BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YAYGIN OLARAK YETİŞEN SARIMSAK GENOTİPLERİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilge ÇALIŞKAN

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

MAYIS 2021

BURSA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ❖ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TÜRKİYE'DE YAYGIN OLARAK YETİŞEN SARIMSAK GENOTİPLERİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Bilge ÇALIŞKAN
(19278347017)

Gıda Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Aycan CİNAR

MAYIS 2021

BTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 19278347017 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Bilge ÇALIŞKAN, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı "TÜRKİYE'DE YAYGIN OLARAK YETİŞEN SARIMSAK GENOTİPLERİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ" başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Dr. Öğr. Üyesi Aycan CİNAR** .....
Bursa Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Dr. Öğr. Adnan Fatih DAĞDELEN** .....
Bursa Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Asuman CANSEV .....
Bursa Uludağ Üniversitesi

Teslim Tarihi : 19 Nisan 2021
Savunma Tarihi : 5 Mayıs 2021

20.04.2016 tarihli Resmi Gazete'de yayımlanan Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Yönetmeliğinin 9/2 ve 22/2 maddeleri gereğince; Bu Lisansüstü teze, Bursa Teknik Üniversitesi'nin abonesi olduğu intihal yazılım programı kullanılarak Fen Bilimleri Enstitüsü'nün belirlemiş olduğu ölçütlere uygun rapor alınmıştır.

Bu tez, Bursa Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterliğinin 190Y005 numaralı projesi ile desteklenmiştir.

İNTİHAL BEYANI

Bu tezde görsel, işitsel ve yazılı biçimde sunulan tüm bilgi ve sonuçların akademik ve etik kurallara uyularak tarafımdan elde edildiğini, tez içinde yer alan ancak bu çalışmaya özgü olmayan tüm sonuç ve bilgileri tezde kaynak göstererek belgelediğimi, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ettiğimi beyan ederim.

Öğrencinin Adı Soyadı: Bilge ÇALIŞKAN

İmzası :

Aileme ve sevdiklerime,

ÖNSÖZ

Yüksek lisans dönemim boyunca bana her zaman yol gösteren, değerli bilgi ve birikimlerini benimle paylaşan, mikrobiyoloji alanında kendimi geliştirmeme yardımcı olan ve tez dönemim süresince benden yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Dr. Öğr. Üyesi Aycan CİNAR'a ve Arş. Gör. Seda ALTUNTAŞ'a, çalışmada kullanılan sarımsak temininde yardımlarından dolayı Bursa Uludağ Üniversitesi Bahçe Bitkileri Bölümü'nden Prof. Dr. Meryem İPEK'e teşekkür ederim.

Tüm bu süreç boyunca her zaman yanımda olan, sabırla beni destekleyen sevgili anneme, babama, kardeşime ve arkadaşlarıma desteklerinden dolayı çok teşekkür ederim.

Mayıs 2021

Bilge ÇALIŞKAN
(Gıda Mühendisi)

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ ..... **v**
İÇİNDEKİLER ..... **vi**
KISALTMALAR ..... **vii**
SEMBOLLER ..... **viii**
ÇİZELGE LİSTESİ ..... **ix**
ŞEKİL LİSTESİ ..... **x**
ÖZET ..... **xi**
SUMMARY ..... **xiii**
1. GİRİŞ **1**
2. LİTERATÜR **3**
2.1 Sarımsak 3
2.2 Sarımsağın Dünya ve Türkiye Üretim Değerleri 4
2.3 Sarımsak Genotipleri 5
2.4 Sarımsağın Fiziksel ve Kimyasal Yapısı 7
2.5 Sarımsağın Biyolojik Aktivitesi 9
3.MATERYAL METOT **18**
3.1 Materyal 18
3.1.1 Sarımsak genotipleri 18
3.1.2 Test mikroorganizmaları 18
3.2 Yöntemler 18
3.2.1 Sarımsak ekstrelerinin hazırlanması 18
3.2.2 Test mikroorganizmalarının hazırlanması 21
3.2.3 Sıvı mikrodilüsyon yöntemi ve MİK – MBK/MFK değerlerinin belirlenmesi 21
3.2.4 Agar kuyucuk difüzyon yöntemi 22
3.2.5 İstatistiksel analizler 22
4.BULGULAR VE TARTIŞMA **23**
5.SONUÇ VE ÖNERİLER **37**
KAYNAKLAR **40**
ÖZGEÇMİŞ **52**

KISALTMALAR

BSE : Bekletilmiş Sarımsak Ekstresi
CFU : Colony Forming Unit
FAO : Food and Agriculture Organization
g : Gram
GAE : Gallik Asit Eşdeğeri
ha : Hektar
kcal : Kilokalori
kj : Kilojul
L : Litre
LDL : Low Density Lipoprotein
MBK : Minimum Bakterisidal Konsantrasyon
MFK : Minimum Fungisidal Konsantrasyon
mg : Miligram
MHA : Mueller-Hinton Agar
MHB : Mueller-Hinton Broth
MİK : Minimum İnhibitör Konsantrasyon
mL : Mililitre
mm : Milimetre
rpm : Revolutions per minute
SDA : Sabouraud Dekstroz Agar
SDB : Sabouraud Dekstroz Broth
SPSS : Statistical Package for the Social Sciences
TÜİK : Türkiye İstatistik Kurumu
µg : Mikrogram
µM : Mikrometre
µmol : Mikromol

SEMBOLLER

H	**:** Hidrojen
NO	**:** Azot Oksit
O	**:** Oksijen
p<0,05	**:** İstatistiksel olarak anlamlı
v/v	**:** Volume per volume
°C	**:** Derece santigrat

ÇİZELGE LİSTESİ

Çizelge 2.1: *Allium sativum*'un sistematikteki yeri *(Kozan, 2012).* **4**
Çizelge 2.2: Çiğ sarımsağın kimyasal bileşimi (*Tripathi, 2006*)..... **7**
Çizelge 2.3: Sarımsağın insan sağlığına etkisine ilişkin literatür çalışmaları. **10**
Çizelge 3.1: Test mikroorganizmaları. **18**
Çizelge 3.2: Sıvı mikrodilüsyon yönteminde kullanılan sarımsak ekstresi konsantrasyonları (mg/mL)..... **22**
Çizelge 4.1: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test bakterileri ve mayaları üzerinde belirlenmiş MİK ve MBK/MFK değerleri (mg/mL). **23**
Çizelge 4.2: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının metanol-su ekstrelerinin test bakterileri ve mayaları üzerinde belirlenmiş MİK ve MBK/MFK değerleri (mg/mL).....**26**
Çizelge 4.3: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş zon değerleri (mm)..... **28**
Çizelge 4.4: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test mayaları üzerinde belirlenmiş zon değerleri (mm)…….....**29**
Çizelge 4.5: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin zon çaplarına göre tanımlanması.....**29**
Çizelge 4.6: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin test mayaları üzerinde belirlenmiş zon değerleri (mm).……...**31**
Çizelge 4.7: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş zon değerleri (mm)…….....**32**
Çizelge 4.8: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin zon çaplarına göre tanımlanması.....**32**

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Çeşitli koşullar altında sarımsaktan çıkarılan kükürt bileşikleri *(Elnima ve diğ, 1983).* **8**
Şekil 2.2: Alliin metabolizması *(Kemper, 2000).* **12**
Şekil 3.1: Balıkesir, Kastamonu ve Antep sarımsaklarının sulu ekstreleri..... **19**
Şekil 3.2: Kastamonu ve Antep sarımsaklarının 1:1 metanol-su(v/v) ekstreleri. **19**
Şekil 3.3: Sarımsak ekstrelerinin liyofilizatörde kurutulması. **20**
Şekil 3.4: Kastamonu, Balıkesir ve Antep sarımsaklarının 1:1 metanol-su(v/v) ekstrelerinin liyofilizatörde kurutulmuş hali. **20**
Şekil 4.1: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş MİK değerleri (mg/mL). **24**
Şekil 4.2: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test mayaları üzerinde belirlenmiş MİK değerleri (mg/mL). **26**
Şekil 4.3: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının metanol-sulu ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş MİK değerleri (mg/mL). **27**
Şekil 4.4: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının metanol-sulu ekstrelerinin test mayaları üzerinde belirlenmiş MİK değerleri (mg/mL). **28**
Şekil 4.5: Kastamonu (a), Balıkesir (b) ve Antep (c) sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin *S.aureus* üzerinde belirlenmiş inhibisyon zon çapları (mm). **35**
Şekil 4.6: Kastamonu (a), Balıkesir (b) ve Antep (c) sarımsaklarının sulu ekstrelerinin *L.monocytogenes* üzerinde belirlenmiş inhibisyon zon çapları (mm). **36**

TÜRKİYE'DE YAYGIN OLARAK YETİŞEN SARIMSAK GENOTİPLERİNİN ANTİMİKROBİYAL ETKİLERİNİN BELİRLENMESİ

ÖZET

Sarımsak, zengin bir vitamin ve mineral kaynağı olarak doğada bulunan en etkili antibiyotiklerden biridir. Antimikrobiyal özellikleri ile doğal koruyucu olarak kullanılmaktadır. Sarımsağın antimikrobiyal özellik göstermesini sağlayan, sarımsağa tipik kokusunu ve tadını veren allisin bileşiğidir. Yapılan çalışmalar sarımsağın güçlü antifungal, antibakteriyel ve antiviral etkileri olduğunu göstermektedir. Bu yönüyle geçmişten günümüze gıda olarak kullanımının yanı sıra alternatif tıpta da kullanıldığı bilinmektedir.

Bu çalışmada, ülkemizde yaygın olarak yetişen üç farklı sarımsak genotipinin (Kastamonu, Balıkesir ve Antep) antibakteriyel ve antifungal etkileri incelenmiştir. Antibakteriyel aktivite belirlemede; Gram (+) bakterilerden *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Bacillus cereus* DSM 4312, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, Gram (-) bakterilerden *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028, *Salmonella Enteritidis*, *Escherichia coli O157:H7* NTCC 12900, *E. coli* ATCC 29212 kullanılmıştır. Antifungal etkinin incelenmesinde ise test mikroorganizmaları olarak *Schizosaccharomyces pombe* ve *Saccharomyces cerevisiae* seçilmiştir. Kastamonu, Balıkesir ve Antep orjinli sarımsak örneklerinin su ve metanol:su (50:50) ekstrelerinin antimikrobiyal aktiviteleri kıyaslanmıştır. Antimikrobiyal aktivite belirlemede, sıvı mikrodilüsyon ve agar kuyucuk difüzyon yöntemi kullanılmıştır. Sıvı mikrodilüsyon yöntemi ile MİK ve MBK/MFK değerleri belirlenirken, agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile zon çapları ölçülerek mikroorganizmalar dirençli, orta derece duyarlı ve duyarlı olarak tanımlanmıştır.

Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş Minimum İnhibisyon Konsantrasyon (MİK) ve Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBK) değerleri incelendiğinde; *S. Typhi ve S. Enteritidis* bakterilerinin 3 sarımsak çeşidi için de aynı değerleri gösterdiği ve sulu sarımsak ekstrelerinin üçünün de en düşük antimikrobiyal etkiyi *L. monocytogenes* üzerinde gösterdiği görülmüştür. *S. aureus*'un 6,25 mg/mL'lik MİK değeri ile Antep ve Balıkesir sarımsaklarının sulu ekstrelerine karşı en duyarlı bakteri olduğu belirlenmiştir. Kastamonu sarımsağının sulu ekstresi için ise en duyarlı bakteriler 25 mg/mL'lik MİK değerleri ile *E. coli, S. Typhi, S. Enteritidis* ve *E. coli O157:H7*'dir. Sarımsakların sulu ekstreleri için Gram (-) bakteriler aynı MİK değerlerini vermiştir. Balıkesir sarımsağı en düşük konsantrasyonlarda bile test mayalarına (*S. pombe* ve *S. cerevisiae*) etki etmiştir. Antep ve Kastamonu sarımsakları ise her iki maya çeşidi için aynı MİK değerlerini göstermiştir.

Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının metanol-sulu (1:1) ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş MİK ve MBK değerleri incelendiğinde; *B. cereus* ve *E. faecalis* bakterileri sarımsak genotiplerinin hepsi için aynı sonuçları vermiştir. Bu sarımsak ekstrelerinin üçü de en düşük antimikrobiyal etkiyi sulu sarımsak ekstrelerinde olduğu gibi *L. monocytogenes* üzerinde göstermişlerdir. Antep sarımsağının metanol-su ekstresine karşı en duyarlı bakteriler 6,25 mg/mL'lik MİK değerleri ile *E. coli* ve *E. coli O157:H7* olurken, Balıkesir sarımsağı için 12,5 mg/mL'lik MİK değeri ile yine *E. coli* ve Kastamonu sarımsağı için 12,5 mg/mL'lik MİK değerleri ile *E. coli ve S. aures* olmuştur. Balıkesir sarımsağının metanol su ekstresi tıpkı sulu ekstresi gibi en düşük konsantrasyonlarda bile *S. pombe* ve *S. cerevisiae*'ye etki etmiştir.

Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin *L. monocytogenes* ve *B. cereus* bakterileri üzerinde meydana getirdiği zonlar kıyaslandığında istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$). Diğer bakteriler için en az iki ekstre arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar vardır. Sarımsak genotiplerinin metanol-su ekstrelerinin *E. coli, E. coli O157:H7* ve *L. monocytogonenes* bakterileri üzerinde meydana getirdiği zonlar kıyaslandığında istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$). Bu 3 farklı sarımsak genotipinin metanol-su ekstrelerinin *S. Typhi* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde oluşturduğu zonların hepsi birbirinden istatistiksel olarak farklıdır. Ayrıca bu ekstrelerin *S. cerevisiae* mayası üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonları arasında da istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$).

Anahtar kelimeler: Sarımsak, genotip, antimikrobiyal aktivite, minimum inhibitör konsantrasyon, minimum bakterisidal konsantrasyon, minimum fungisidal konsantrasyon.

DETERMINATION OF ANTIMICROBIAL ACTION OF GARLIC GENOTYPES GROWN IN TURKEY

SUMMARY

Garlic is one of the most effective antibiotics found in nature as a rich source of vitamins and minerals. It is used as a natural preservative with its antimicrobial properties. It is the allicin compound that provides garlic with its antimicrobial properties and gives it its typical smell and taste. Studies show that garlic has powerful antifungal, antibacterial and antiviral effects. In this respect, it is known that it has been used as food as well as in alternative medicine from the past to the present.

In this study, the antibacterial and antifungal effects of three different garlic genotypes (Kastamonu, Balıkesir and Antep), which are widely grown in our country, were investigated. In determining antibacterial activity; *Staphylococcus aureus* ATCC 29213, *Bacillus cereus* DSM 4312, *Listeria monocytogenes* ATCC 7644, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212 from Gram (+) bacteria, *Salmonella Typhimurium* ATCC 14028, *Salmonella Enteritidis*, *Escherichia coli O157:H7* NTCC 12900, *E. coli* ATCC 29212 from Gram (-) bacteria is used. In the examination of antifungal effect, Schizosaccharomyces pombe and Saccharomyces cerevisiae were selected as test microorganisms. The antimicrobial activities of water and methanol:water (1:1) extracts of garlic samples of Kastamonu, Balıkesir and Antep origin were compared. Liquid microdilution and agar well diffusion method were used to determine antimicrobial activity. Microorganisms were defined as resistant, moderately sensitive and sensitive by measuring zone diameters with agar well diffusion method while MIC and MBC/MFC values were determined by liquid microdilution method.

When the Minimum Inhibition Concentration (MIC) and Minimum Bactericidal Concentration (MBC) values determined on the test bacteria of the aqueous extracts of Antep, Balıkesir and Kastamonu garlics were examined; It was observed that *S. Typhi* and *S. Enteritidis* bacteria showed the same values for all 3 garlic varieties and all three of the aqueous garlic extracts showed the lowest antimicrobial effect on L. monocytogenes. It was determined that *S. aureus* was the most sensitive bacteria against aqueous extracts of Antep and Balıkesir garlic with a MIC value of 6,25 mg/mL. The most sensitive bacteria for the aqueous extract of Kastamonu garlic are *E. coli, S. Typhi, S. Enteritidis* and *E. coli O157: H7* with MIC values of 25 mg / mL. Gram (-) bacteria gave the same MIC values for aqueous extracts of garlic. Balıkesir garlic affected test yeasts (*S. pombe and S. cerevisiae*) even at the lowest concentrations. Antep and Kastamonu garlics showed the same MIC values for both yeast varieties.

When the MIC and MBC values of the methanol-aqueous (50:50) extracts of Antep, Balıkesir and Kastamonu garlics were examined on the test bacteria; *B. cereus* and *E. faecalis* bacteria gave the same results for all garlic genotypes. All three of these garlic

extracts showed the lowest antimicrobial effect on *L. monocytogenes* as in aqueous garlic extracts. The most sensitive bacteria to the methanol-water extract of Antep garlic were *E. coli* and *E. coli O157: H7* with MIC values of 6,25 mg / mL, while for Balıkesir garlic with MIC values of 12,5 mg / mL, again *E. coli* and *S. aures* with MIC values of 12,5 mg / mL for Kastamonu garlic. Methanol water extract of Balıkesir garlic, just like its aqueous extract, affected *S. pombe and S. cerevisiae* even at the lowest concentrations.

When the zones formed by aqueous extracts of Antep, Balıkesir and Kastamonu garlic on *L. monocytogenes* and *B. cereus* bacteria were compared, no statistically significant difference was found ($p<0.05$). For other bacteria, there are statistically significant differences between at least two extracts. When the zones formed by methanol-water extracts of garlic genotypes on *E. coli, E. coli O157:H7* and *L. monocytogonenes* bacteria were compared, no statistically significant difference was found ($p <0.05$). All of the zones formed by methanol-water extracts of these 3 different garlic genotypes on *S. Typhi* and *S. aureus* bacteria are statistically different from each other. In addition, there was no statistically significant difference between the inhibition zones that these extracts formed on *S. cerevisiae* yeast ($p <0.05$).

Keywords: Garlic, genotype, antimicrobial activity, minimum inhibitory concentration, minimum bactericidal concentration, minimum fungicidal concentration.

1. GİRİŞ

Son yıllarda sentetik ilaçların yan etkilerinin fazla olması ve doğal ürünlerle tedaviyi destekleme arayışları, geleneksel ve tamamlayıcı tıp uygulamalarını ön plana çıkarmaktadır. Özellikle biyolojik aktif bileşenlerce zengin bitkisel ürünlerin bu amaçla kullanımının, yüksek ilaç maliyetlerini düşürmede önemli bir alternatif olabileceği düşünülmektedir (Çoban ve diğ, 2003; Gonçalves ve Romano, 2016). Literatürde, bitkisel ürünlerin tedavi edici etkilerinin incelendiği çok sayıda in-vivo ve in-vitro çalışma yer almaktadır. (Ceylan, 1995; Göktaş ve Gıdık, 2019; Aslan, 2019). Sarımsak; geleneksel ve modern tıbbın bileşenleri olarak kullanılan en önemli bitkilerden biridir. Antik çağlardan beri bir ilaç olarak kullanıldığı ve bilimsel çalışmalar ışığında antibakteriyel, antifungal ve antiviral özelliklere sahip olduğu bilinmektedir (Taşkın ve diğ, 1997; Pakdel ve diğ, 2017; Singh ve diğ, 2017; Barker, 2019; Fufa, 2019; Singh ve Singh, 2019; El-Saber Batiha ve diğ, 2020).

Sarımsak (*Allium sativum*); boyutları 25-100 cm aralığında, kök, gövde, yaprak, diş ve çiçek kısımlarının oluşturduğu, pembe veya beyaz çiçeklere sahip keskin kokulu bir kültür bitkisidir**.** Çok güçlü bir kokuya sahiptir ve yakıcı bir lezzeti vardır (Baytop, 1999; Akan ve diğ, 2019). Yıllık bir bitki olup yakın akrabaları arasında soğan, arpacık soğanı, yabani soğan, pırasa, zambak, Frenk soğanı ve Çin soğanı bulunur (Block, 2010; Farhat ve diğ, 2021). Sarımsak içeriğinde %84,09 su, %1,53 inorganik madde ve %13,38 organik maddenin bulunduğu bilinmektedir. Bu maddelere ek olarak da 33 farklı kükürt, 17 farklı aminoasit, çinko, germanyum, A, B1 ve C vitaminlerini içerdiği bildirilmiştir (Ayaz ve Alpsoy, 2007).

Sarımsak, üzerinde en çok araştırma yapılan tarımsal ürünlerden birisidir. Dünya çapında önemli bir sebze olarak yaygın olarak yetiştirilmekte ve tüketilmektedir. Tarımsal ürünler çeşitliliği arasında önemli bir yeri vardır. Ana vatanının Orta Asya bozkırları olduğu ifade edilmiştir (Ensminger, 1994). Tüm dünyada hala 300–400 farklı çeşit sarımsağın yetiştiği belirtilmektedir. Günümüzde Çin, tek başına dünyadaki sarımsak ihtiyacının yaklaşık %80'ini karşılamaktadır (FAOSTAT, 2020). Sarımsak bitkisinin üretimi çoğunlukla deniz ikliminden kara iklimine geçiş

bölgelerinde başarıyla yapılmaktadır. Ülkemizde 2019 yılında kuru sarımsak üretimi 103.096 ton ile sebze üretiminin %0,3'ünü oluştururken, 2020 yılında kuru sarımsak üretimi 116.840 ton ile sebze üretiminin %0,4'ünü oluşturmaktadır. Sarımsak üretimimizin önemli bir kısmını Gaziantep ile Kastamonu ili gerçekleştirmektedir (TÜİK, 2020).

Sarımsak bitkisi en uygun gelişmeyi 15-25°C sıcaklık aralığında ve %60-80 nem oranına sahip bölgelerde göstermektedir. Nem oranının yüksek olması sarımsağın baş ile diş oluşumu tamamlandıktan sonra hastalıklara sebep olabilmektedir. İklim ve toprak bakımından seçici bir bitki olmadığı için birçok bölgede tarımı yapılabilmektedir. İklimi ılıman olan ve nemi az bölgelerin kumlu topraklarında en uygun büyüme performansını göstermektedir. Killi ve tınlı topraklarda da yetişebilmektedir. En üstün kalitede ürününü selenyum ve germanyum oranı zengin topraklarda sunmaktadır. İklimin ılıman olduğu bölgelerde kışın da gelişebilen bu bitki, sert iklim şartlarına sahip bölgelerde kış aylarında uyku durumunda olmakta ve canlılığına devam edebilmek için kurak olduğu dönemde soğanını su deposu gibi kullanmaktadır (Vural ve diğ, 2000).

Bileşiminde yer alan aktif biyolojik maddeler sebebiyle sarımsak tüketiminin insan sağlığına yararlı olduğu bilimsel olarak kanıtlanmıştır. Sahip olduğu biyolojik aktiviteler arasında antimikrobiyal etki dikkat çekicidir. Sarımsağın alkol ve sulu ekstrelerinin, Gram (+) ve Gram (-) bakterilere karşı geniş antibakteriyel etki gösterdiği, ayrıca güçlü antifungal etkinlik gösterdiği bildirilmektedir (Ünlütürk ve Turantaş, 2003; Eja ve diğ, 2007; Durairaj ve diğ, 2009; Chen ve diğ, 2018).

Literatürde, sarımsağın antimikrobiyal aktivitesinin incelendiği çok sayıda araştırma yer almaktadır. Ülkemizde yapılan araştırmalarda özellikle Taşköprü sarımsağının ön plana çıktığı görülmektedir. Bu yönüyle, literatürde sarımsak genotiplerinin antimikrobiyal etkilerinin kıyaslandığı bir çalışmaya henüz rastlanmamıştır. Yapılan tez çalışması ile; Türkiye'de yaygın olarak yetişen üç farklı genotipe sahip sarımsağın çeşitli ekstrelerinin (su ve metanol-su) antimikrobiyal etkileri belirlenerek kıyaslanması gerçekleştirilmiştir. Bu tezin, ülkemizde bu kapsamda yapılan ilk çalışma olması, araştırmanın özgünlüğünü ortaya koymaktadır.

2. LİTERATÜR

2.1 Sarımsak

Günümüzde, hastalıklara karşı koruyucu özellik gösteren doğal bileşiklere olan ilgi giderek artış göstermektedir. Sarımsak, üzerinde en çok araştırma yapılan tarımsal ürünlerden birisidir ve içeriğindeki 200'den fazla kimyasal maddeyle insan vücudunu çok sayıda hastalıktan koruduğu bilinmektedir (Kaynaş ve Türkeş, 1991; Kim ve diğ, 2011). Bileşiminde; kükürtlü bileşikler (ajoen, alliin, allisin) zengin uçucu yağlar, enzimler (alinaz, peroksidaz ve mirasinaz), karbonhidratlar (sakaroz, glikoz), mineraller, aminoasitler, A, B1, B2, Niasin ve C gibi vitaminlerin yer aldığı bildirilmektedir. Sarımsağın 100 gramında; 63.8 g su, 28.2 g karbonhidrat, 5.3 g protein, 0.2 g yağ, l.l g selüloz bulunmaktadır (Tripathi, 2006).

Sarımsak, sahip olduğu keskin koku ve aroma sebebiyle birçok gıdada lezzet verici olarak kullanılmaktır. İçeriğinde yer alan kükürtlü bileşikler, sarımsağın kendine özgü karakteristik kokusundan sorumludur. Ülkemizde yetişen sarımsak çeşitlerinin ortalama olarak %0,4 oranında alliin, alisin ve uçucu yağ içerdiği belirtilmiştir (Baytop, 1999).

Allium sativum türüne ait *A. sativum sub* var. *sativum* ve *A. sativum* sub. *var. ophioscorodon* olmak üzere 2 alt türü olduğu bildirilmektedir. Bunlardan ilki, en yaygın kullanılan tür olan kültür sarımsağıdır. Dünyada *Allium* cinsi altında 500 tanımlanmış tür bulunduğu, Türkiye'de ise *Allium* cinsi altında 150 civarında türün yer aldığı ifade edilmektedir (Davis, 1984). Ülkemizde en fazla yetiştirilen sarımsak türleri; Kastamonu sarımsağı, Antep sarımsağı, Balıkesir sarımsağı, İspanyol sarımsağı ve İtalyan sarımsağıdır. Kastamonu sarımsağı beyaz sarımsak olarak da bilinmekte ve halk arasında yaygın olarak tedavi amaçlı da kullanılmaktadır.

Taksonomik olarak sarımsak, başlangıçta bir Akdeniz bitkisi olarak tanımlanmıştır. Linnaeus (1753), ana vatanı olarak Sicilya'yı bildirmişken, Don (1827) ise Yunanistan ve Girit adasını anavatanı olarak kabul etmiştir. Daha sonrasında, anavatanının Tien-

Shan dağlarının kuzeyinden itibaren Orta Asya'ya kadar uzanan bölge olduğu ifade edilmiştir. (Regel, 1887). Aynı araştırıcı *Allium longicuspis Rgl*. türünü de tanımlayarak sarımsağın atasının bu tür olduğunu belirtmiştir (Simon ve Etoh, 2002). Taksonomistlerin bu konudaki görüş ayrılıkları sonucunda yapılan ayrıntılı çalışmalarda; Orta Asya'nın sarımsağın birincil gen merkezi olduğu, Akdeniz'den Kafkaslara kadar uzanan bölgenin ise ikincil gen merkezi olarak kabul edildiği bildirilmiştir (Kazakova 1971; Kazakova ve Starokozhev, 1973).

Organik maddelerce ve besin maddelerince zengin toprak isteyen sarımsağın hasadı, bitkinin yapraklarının iyice kurumaya başladığı sırada yapılmaktadır. Hasadı yapılan sarımsaklar, kurumak için birkaç gün tarlada bırakılmakta, yapraklar ise ovularak uzaklaştırılıp depolama ve pazarlamada kullanılmaktadır. Sarımsak uzun süre saklanabilmekte ve kolay taşınabilmektedir (Akan ve diğ, 2019). *A. sativum'* un sistematikteki yeri Çizelge 2.1'de yer almaktadır.

Çizelge 2.1: *Allium sativum*'un sistematikteki yeri *(Kozan, 2012).*

Sınıf	Altsınıf	Üsttakım	Takım	Familya	Altfamilya	Cins	Tür
Liliopsida	*Liliidae*	*Liliianae*	*Amaryllidales*	*Alliaceae*	*Allioideae*	*Allium*	*Allium sativum L*

2.2 Sarımsağın Dünya ve Türkiye Üretim Değerleri

Sarımsak dünya tarımında önemli bir paya sahiptir ve ihracatta önemli bir gıda maddesidir. Günümüzde dünya çapında 1,5 milyon hektar alanda yetiştirilmektedir. (FAOSTAT, 2018). Sarımsak yetiştirmenin getirdiği yoğun emek nedeniyle üretimi birçok ürüne kıyasla az miktarlarda gerçekleştirilmektedir. Çoğunlukla Çin, Akdeniz ülkeleri, Hindistan, ABD ve Uzak Doğu ülkelerinde üretimi yapılan bir üründür. Kullanımda; gıda ve aroma maddesi olarak, yeşil yapraklar ve yumrusu kullanılmaktadır.

Sarımsağın insan sağlığı üzerindeki olumlu etkileri yapılan çalışmalarla desteklendiğinden, üretimi ve tüketimi önemli ölçüde artış göstermektedir (Vural ve diğ, 2000). 2017 yılı FAO verilerine göre Dünya sarımsak yetiştirme kapasitesi yıllar boyunca sürekli artarak 1.165.000 hektara ulaşmıştır. Dünyadaki sarımsak üretimi incelendiğinde sırasıyla Çin 22.160.465 ton, Hindistan 1.693.000 ton, Bangladeş 425.401 ton, Kore 293.686 ton, İspanya 274.712 ton ile en fazla üretim yapan ilk beş ülkeyi oluşturmaktadır. (FAO, 2017). Son yıllarda ise dünya sarımsak üretimi 28

milyon ton olup, dünya piyasasının %79'unu Çin, %6'sını Hindistan, %1,5'ini Bangladeş, %1,4'ünü AB, %1,1'ini Kore, %1'ini Mısır, %0,9'unu Rusya gibi lider ülkeler toplamda %90'ını karşılarken, Türkiye %0,5'lik pay ile 13. sıralarda yer almaktadır (FAOSTAT, 2019).

Türkiye'de sarımsak bitkisi, tarımsal bölgelerin tümünde yetiştirilmekte ve yoğun olarak üretimi Ege, Karadeniz ve Orta güney bölgelerinde yapılmaktadır (Taşkaya, 2003). 2019 yılı Türkiye İstatistik Kurumu verilerine göre; ülkemizdeki toplam sarımsak üretimi 126.447 ton olup; üretimin önemli bir kısmı Gaziantep ile Kastamonu ilinde gerçekleştirilmektedir (TÜİK, 2019; TÜİK, 2020). Kastamonu'daki üretiminin tamamına yakını (%85-90), Taşköprü ilçesinde yapılmaktadır (Günaydın, 2011) 'Taşköprü sarımsağı' olarak bilinen sarımsaklar ilçede 'beyaz altın' olarak nitelendirilmektedir. Taşköprü sarımsakları, suda çözünür kuru madde miktarı, askorbik asit, mineral, aroma bileşenleri, antioksidan aktivite ve kükürtlü bileşikler bakımından oldukça zengindir (Akan, 2019). Ürün kalitesi yönüyle sadece ülkemizde değil, tüm dünyada tanınırlığı mevcuttur. (Artık & Poyrazoğlu, 1994). Ayrıca Kastamonu Taşköprü sarımsağının coğrafi işaretli bir ürün olduğu bildirilmiştir (TSE, 2010).

2.3 Sarımsak Genotipleri

Sarımsak (*Allium sativum L.*) geçmişten günümüze tıbbi öneme sahip kültür bitkilerinden biridir. Tarih boyunca yemeklere tat vermiş ve pek çok hastalığın tedavisinde bu bitkiden yararlanılmıştır. Yetiştirilen sarımsak genotipleri genelde çiçeklenmemekte, çiçeklenen genotipler ise tohum üretmemektedir. Sarımsak, soğandan sonra *Allium* türleri içindeki en önemli kültür bitkisidir (Farhat ve diğ, 2021). Çok önemli bir baharat ve tıbbı bitki olarak dünya üzerinde ılıman iklimden subtropikal iklime kadar geniş bir coğrafyada yetiştirilir (Fritsch ve Friesen, 2002).

Sarımsak, soğandan sonra *Alliaceae* familyasının yetiştiriciliği en fazla yapılan ikinci türüdür. Türkiye'de tarımı yapılan sarımsakların önemli bir kısmı *Allium sativum* türüne aittir. Yetiştiriciliğin yoğun olduğu bölgelerde yöresel isimlerle anılmaktadır. Bunlardan en önemlisi Taşköprü sarımsağıdır. Yöresel genotipler incelendiğinde; genotipler arasında büyük ölçüde morfolojik varyasyon gözlenmiştir. Özellikle baş büyüklüğü, rengi, dişlerinin rengi, sayısı, büyüklüğü ve şekli bakımından genotipler farklılık göstermektedir. Ayrıca; yaprak sayısı, rengi, uzunluğu ve genişliğinde de

değişkenlik gösterebileceği ifade edilmiştir (Ipek ve diğ, 2003; Panthee ve diğ, 2006). Genotipler arasında morfolojik varyasyonların yanı sıra kimyasal bileşim yönünden de farklılıklarında olduğu bilinmektedir. Bu nedenle farklı genotipe sahip sarımsakların biyolojik aktivite yönünden de farklılık gösterebileceği ön görülmektedir.

Ülkemizin pek çok bölgesi sarımsak yetiştiriciliği açısından uygun şartlara sahiptir. Türkiye'de genellikle Kastamonu sarımsağı, Balıkesir sarımsağı, Antep sarımsağı, İtalyan sarımsağı ve İspanyol sarımsağı yetiştirilmektedir (Kütevin ve Türkeş, 1987). Kastamonu ilimiz sarımsak üretiminin önde gelenlerindendir. Kastamonu sarımsağı; acı, pembe beyaz kabuklu ve kışa dayanıklı bir sarımsaktır ve ihracata elverişlidir. İç ve dış piyasada en fazla aranan türdür. Kastamonu kendi ismiyle anılan sarımsağı ile ülkemizin en önemli sarımsak dikim ve üretim sahasıdır. Türkiye'deki toplam yıllık sarımsak üretiminin yaklaşık %20'sinden fazlasını üretmektedir. Kastamonu'da en fazla sarımsak ekiminin yapıldığı yer Taşköprü'dür. Kastamonu ilindeki yıllık toplam sarımsak üretiminin %90'nına yakınını Taşköprü ilçesi üretmektedir. (Akan, 2019). Geçim kaynaklarının sınırlı olduğu Taşköprü'de sarımsak tarımı sayesinde yoğun bir tarımsal güç kullanılmaktadır. Kastamonu sarımsağı kalitesi, aroması ve dayanıklılığıyla ülkemizin en önemli çeşitleri arasındadır.

Balıkesir sarımsağı iri taneli, beyaz ve parlak renkli bir sarımsaktır. Balıkesir bölge orijinli sarımsaklar; yumuşak ve seyrek dişli, küçük başlı ve keskin koku ve acımsı tat ile oluşturulan duyusal niteliklere sahiptir (Topcu, 2019). Ülkemizde sarımsak üzerine yapılan bir çalışmada sarımsağın hasat sonrası fizyolojisi araştırılmış ve Kastamonu sarımsağının Balıkesir sarımsağına oranla depolamaya daha uygun bir çeşit olduğu belirlenmiştir (Kaynaş ve Türkeş, 1991).

Antep sarımsağı iri dişli, yüksek aromalı, dişleri tane tane ve birbirinden ayrık olan bir sarımsak türüdür ve Gaziantep'in 65 km kuzeydoğusunda Araban'da yetiştirilmektedir. Çin sarımsağı olarak da bilinmektedir. Türkiye'de iç piyasada kişi başına yıllık tüketilen 1,32 kg sarımsağın yaklaşık 30 gr'ı Çin sarımsağı ile tamamlanmaktadır (Topcu, 2019). Yetgin ve Arıoğlu (2018) yaptıkları çalışmada Taşköprü sarımsağının Çin sarımsaklarına göre daha yüksek antimikrobiyal aktivite sergilediğini ortaya koymuşlardır. Topçu (2019) yaptığı çalışmada, keskin koku ve acımsı tadı içeren yüksek fiyatlı Balıkesir ve Antep (Çin) orijinli sarımsakların tercih edilmediğini

bildirmiştir. Diğer taraftan düşük düzeyde sarımsak tüketen tüketicilerin ise keskin koku ve acımsı tat sunan Taşköprü orijinli sarımsakları tercih ettiği görülmüştür.

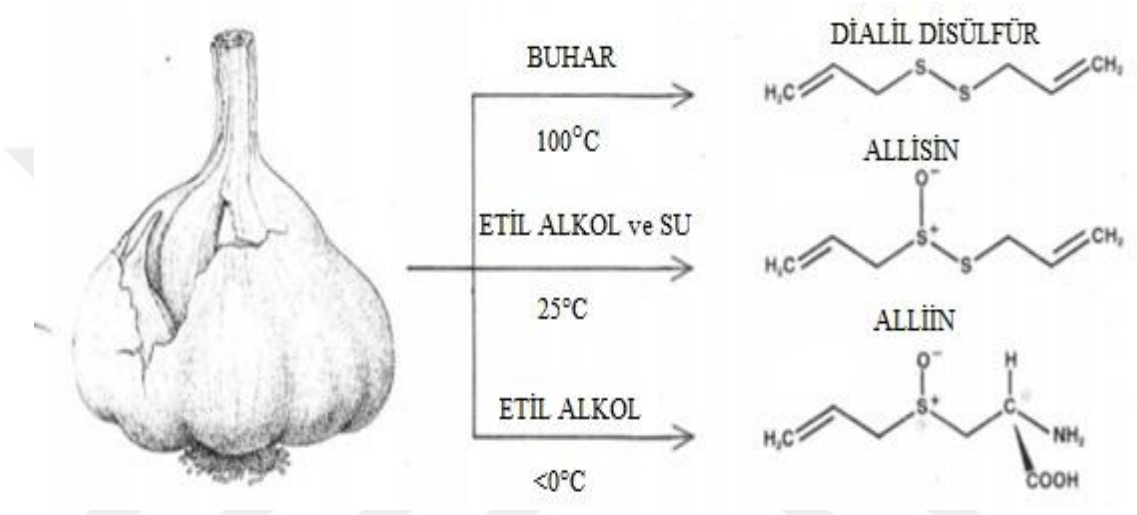
2.4 Sarımsağın Fiziksel ve Kimyasal Yapısı

Sarımsak; karbonhidrat, protein, vitamin, lif, enzim, serbest amino asitler, kükürtlü bileşikler ve fenolik bileşikler bakımından zengin bir gıda maddesidir. Özellikle bileşiminde yer alan protein, lif ve serbest amino asitlerin diğer bitkisel gıdalara göre daha yüksek düzeyde olduğu belirtilmektedir. Ayrıca askorbik asit gibi bazı vitaminlerince de zengin olması, sarımsağı vitamin açısından da önemli kılmaktadır (Artık ve Poyrazoğlu, 1994; Hacıseferoğulları ve diğ, 2005; El-Saber Batiha ve diğ, 2020). Sahip olduğu zengin içeriği sayesinde geçmişten günümüze sadece yemeklere aroma vermekle kalmayıp pek çok hastalığın tedavisinde ilaç olarak da kullanılmaktadır. Sarımsak; besin değeri, rengi, tadı, aroması, görüntüsü, kimyasal içeriği, depolama ömrü, depolama şartları ve muhafaza yöntemleri gibi etkenlere paralel olarak değişim göstermektedir. Çiğ olarak tüketimin yanı sıra, sarımsak tozu, püresi, sarımsak yağı ve kurutulmuş sarımsak şeklinde tüketime sunulmaktadır (Ayaz ve Alpsoy, 2007; Bozin, 2008; Kang, 2016; Medina ve diğ, 2019). Sarımsağın kimyasal bileşimi Çizelge 2.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 2.2: Çiğ sarımsağın kimyasal bileşimi (*Tripathi, 2006*).

Besinler	Sarımsak	Besinler	Sarımsak
Su	56.2-62.3 (g/100g)	Selenyum	12-15 (µ/100g)
Enerji	130-165 (Kcal/100g)	Vitamin C	7.32-10.26(mg/100g)
Protein	5.67-9.06 (g/100g)	Tiamin	0.18-0.22 (mg/100g)
Toplam yağ	0.4-0.7 (g/100g)	Riboflavin	0.1-0.12 (mg/100g)
Kül	1.3-1.8 (g/100g)	Niasin	0.6-0.8 (mg/100g)
Karbonhidrat	30.76-38.76 (g/100g)	Pantotenik asit	0.55-0.6 (mg/100g)
Toplam diyet lifi	1.8-2.4 (g/100g)	Vitamin B-6	0.22-0.24 (mg/100g)
Kalsiyum	150-200 (mg/100g)	Folat	2-4 (µg/100g)
Demir	1.4-2.0 (mg/100g	Vitamin B12	0 (µg/100g)
Magnezyum	22-30 (mg/100g)	Vitamin A	0 (µg/100g)
Fosfor	140-160 (mg/100g)	Vitamin E	0.009-0.011 (µg/100g)
Potasyum	350-450 (mg/100g	Vitamin K	1.3-1.5 (µg/100g)
Sodyum	15-20 (mg/100g)	Doymuş yağ asidi	0.08-0.09 (g/100g)
Çinko	1.1-1.2 (mg/100g)	Tekli doymamış yağ asidi	0.01-0.015 (g/100g)
Bakır	0.28-0.31 (mg/100g)	Çoklu doymamış yağ asidi	0.24-0.25 (g/100g)
Manganez	1.5-1.7 (mg/100g)	Pirüvik asit	22.21-29.46 (µmol/ml)

Genetiğinin ve üretiminin farklı olması bitkinin kimyasal bileşiminde de farklılıklar oluşturmaktadır. Elnima ve diğ, (1983) sarımsağın bileşimi üzerinde yaptıkları çalışmada, farklı ekstraksiyon yöntemleri kullanarak kükürtlü bileşikleri izole ederek tanımlamışlardır (Şekil 2.1). Bu bileşikler arasından, dialil disülfür sarımsak yağının ana bileşeni olarak bilinmektedir. Sarımsaktaki diğer iki temel bileşiğin allisin ve allin olduğunu ifade etmişlerdir. Alliin kokusuz bir ön madde olarak tanımlanırken, allisinin çok kararsız olduğu ve hızla ayrıştığı bildirilmiştir.



Şekil 2.1: Çeşitli koşullar altında sarımsaktan çıkarılan kükürt bileşikleri *(Elnima ve diğ, 1983).*

Taze sarımsağın yapısında alliin, allisin ve S-alililsistein (SAC) gibi kükürtlü bileşikler bulunmakta olup, sarımsağın antimikrobiyal özellik sergilemesini sağlayan, sarımsağa tipik aromasını ve kokusunu veren diallil disülfitten izole edilen allisin bileşiğidir. Allisin düzeyinin sarımsakta %0,2-0,4 oranında olduğu bildirilmiştir. Allisinin dışında ajoenin de antimikrobiyel özellik gösterdiği ifade edilmiştir (Artık ve Poyrazoğlu, 1994; Özaydın ve diğ, 2020). Allisin'in biyolojik aktivitesi üzerinde yapılan çalışmalarda antibakteriyel, antifungal, antiparazitik ve antikarsinojenik özelliği gösterdiği belirtilmiştir (Ayaz ve Alpsoy, 2007; Özçelik ve diğ, 2007; Genç, 2017). Diğer bir kükürtlü bileşik olan alliin; renksiz, suda çözünen, kokusuz bir maddedir. Sarımsak dişlerinin ezilip parçalanmasıyla ortaya çıkan allinaz enzimi etkisi ile alliin, alisin, pirüvik asit ve amonyağa parçalanır. Sarımsakta önemli bir biyolojik aktiveye sahip olan etken madde alisin, dayanıksız, renksiz, suda çözünebilen, kokulu bir madde olarak tanımlanmaktadır. Allisinin kendiliğinden parçalanması ile tiyoakrolein ve 2-propen sülfenik asit meydana gelmektedir. Bunun yanısıra, üç molekül alisinin

birleşmesi ile de iki molekül ajoen meydana geldiği bildirilmiştir. (Özsoy, 1988). Sarımsağın yapısında bulunan protein, lif ve serbest amino asitler diğerin bitkisel gıdalara göre daha fazla düzeyde olduğu ifade edilmiştir. Ayrıca askorbik asit başta olmak üzere bazı vitaminleri yüksek oranda içerdiği ve vitamin açısından sarımsağı değerli kıldığı belirtilmiştir. (Artık ve Poyrazoğlu, 1994; Hacıseferoğulları ve diğ, 2005).

2.5 Sarımsağın Biyolojik Aktivitesi

Günümüzde birçok hastalığın tedavisinde doğal bitkilerin kullanımı oldukça yaygındır. Doğal bir antibiyotik gibi düşünülen sarımsağın, bağışıklık sistemimizi güçlendirerek hastalıklara karşı korumada ve toksinlerin vücuttan atılmasında etkili bir rol oynadığı bilinmektedir (Adetumbi ve Lau, 1983; Ashfaq ve diğ, 2021).

Sarımsağın çok sayıda biyolojik aktiviteye sahip olduğu, yapılan bilimsel çalışmalar ile kanıtlanmıştır. Bu konudaki güncel araştırmaların literatür özeti Çizelge 2.3'te verilmiştir. Belirtilen çalışmalar incelendiğinde; özellikle kan şekeri, kan basıncı ve kolesterolü düşürme etkileri ile antitümör, antihepatotoksik ve antimikrobiyal özelliklerinin ön plana çıktığı görülmektedir. Bilimsel veriler ışığında; çok sayıda bakteri, maya-küf ve paraziti inhibe ederek güçlü antimikrobiyal aktivite gösterdiği belirtilmiştir. Gram (-) ve Gram (+) bakterilere karşı sergilediği inhibisyon etkinin, bileşiminde yer alan allisin sebebiyle olduğu ifade edilmektedir. Ayrıca içeriğindeki allisin bileşiklerinin, kan şekerini düşürmede etkili olduğu bildirilmiştir. Sarımsağın**,** kandaki yararlı HDL kolesterolün miktarını arttırarak, zararlı LDL kolesterolün sentezini engelleyerek toplam kan kolesterolünü düşürdüğü, kandaki plakçık ve fibrin oluşumunu en aza indirerek kalp krizi riskini önleyebildiği belirtilmiştir. Ayrıca tümör oluşumuna sebep olabilecek karsinojenlere karşı, bağışıklık sistemini kuvvetlendirmesi ile kanser tedavisinde kullanımı önerilmektedir. Kokusu hoşa gitmemesine rağmen sarımsak, birçok hastalığa çare olan bir gıda maddesi ve geniş spektrumu olan bir antibiyotik olarak nitelendirilmektedir (Faroughi ve diğ, 2018; Farhat ve diğ, 2021; Ashfaq ve diğ, 2021).

Sarımsağın en önemli biyolojik aktivelerinden biri olan antimikrobiyal özelliğine ilişkin literatür incelendiğinde; bu özelliğinin ilk kez 1721 yılında Fransızlar tarafından ortaya konduğu bildirilmiştir (Akan, 2014).

Çizelge 2.3: Sarımsağın insan sağlığına etkisine ilişkin literatür çalışmaları.

Sağlık Etkisi	Referanslar
Antibakteriyal etki	Cellini, 1996 Taşkın ve diğ, 1997 Ankri ve Mirelman, 1999 Harris ve diğ, 2001 Tsao ve Yin, 2001 Walsh ve diğ, 2001 Sasaki ve Kita, 2003 Lemar, 2005 Nalbantbaşı ve diğ, 2010 Akan ve Halloran, 2012 Bayan ve diğ, 2014 Jang ve diğ, 2018 Petropoulos ve diğ, 2018 Chand, 2021
Antiviral etki	Harris ve diğ, 2001 Chattopadhyay ve Naik, 2007 Akan ve Halloran, 2012 Bayan ve diğ, 2014 Bilal ve diğ, 2020
Antifungal etki	Davis, 1984 Yoshida ve diğ, 1987 Weber ve diğ, 1992 Harris ve diğ, 2001 Benkeblia, 2004 Akan ve Halloran, 2012 Bayan ve diğ, 2014 Suleiman ve Abdallah, 2014 Kutawa ve diğ, 2018
Antiprotozoal etki	Lun ve diğ, 1994 Bakri ve Douglas, 2005 Abdel-Hafeez ve diğ, 2018
Antioksidan etki	Rabinkov, 1998 Anzali ve diğ, 1998 Rahman ve Lowe, 2006 Suleiman ve Abdallah, 2014 Jang ve diğ, 2018 Alide ve diğ, 2020 Yang ve diğ, 2020 Farhat ve diğ, 2021 Feng ve diğ, 2021

Çizelge 2.3(Devam): Sarımsağın insan sağlığına etkisine ilişkin literatür çalışmaları.

Antitümör- antikanser etki	Artık ve Poyrazoğlu, 1994 Fleischauer ve diğ, 2000 Cardelle-Cobas ve diğ, 2010 Akan ve Halloran, 2012 Chu ve diğ, 2013 Yi ve Su, 2013 Bayan ve diğ, 2014 Zong ve Martirosyan, 2018 Alkreathy, 2020 De Greef ve diğ, 2020 Farhat ve diğ, 2021
Anti-diyabetik etki	Mowrey ve Mindell, 1995 Patel ve diğ, 2012 Chu ve diğ, 2013 Faroughi ve diğ, 2018 Lolok ve diğ, 2020
Kan basıncını ve kolesterolü düşürücü etki	Berthold ve diğ, 1998 Karasaki ve diğ, 2001 Durak ve diğ, 2002 Doğuç, 2007 Akan ve Halloran, 2012 Qidwai ve Ashfaq, 2013 Ried ve Fakler, 2014 Varshney ve Budoff, 2016 Faroughi ve diğ, 2018
İmmun sistemi güçlendirici etki	Gao ve diğ, 1993 Rahman, 2001 Mathew ve Biju, 2008 Akan ve Halloran, 2012 Hassouna ve diğ, 2015 Percival, 2016 Ashfaq ve diğ, 2021
Kardiyovasküler hastalıkların tedavisi	Mowrey ve Mindell, 1995 Berthold ve diğ, 1998 Rahman ve Lowe, 2006 Doğuç, 2007 Quiwai ve Ashfaq, 2013 Bradley ve diğ, 2016 Varshney ve Budoff, 2016 Khatua ve diğ, 2017 Badal ve diğ, 2019 Ansary ve diğ, 2020

Orta çağda hekimlerin, bulaşıcı hastalıklardan korunmak için kullandıkları maskeyi sarımsak öz suyuna batırdıkları ve Rus askerlerine İkinci Dünya Savaşı sırasında, yaraların neden olduğu enfeksiyonları önlemek için yara üzerine ezilmiş sarımsak konulduğu bildirilmiştir (Akan, 2014).

Sarımsak antimikrobiyal ve antiseptik olarak pek çok bulaşıcı hastalığın tedavisinde kullanılmaktadır (Arora ve Kaur, 1999). Sarımsağın ezilmesiyle elde edilen ürünler, taze sarımsak suyu, sarımsağın sulu ve alkollü ekstreleri gibi sarımsak ürünlerinin Gram (+) ve Gram (-) bakterilere karşı yüksek antibakteriyal etki gösterdiği ifade edilmiştir. Sarımsağın; *Aerobacter, Bacillus, Clostridium, Escherichia, Lactobacillus, Salmonella, Staphylococcus* ve *Vibrio* türlerinin oluşumunu engellediği bildirilmektedir. Ayrıca sarımsak ekstrelerinin *Staphylococcus aureus*, enterotoksin A, B, C1 ve termonükleaz formasyonunu inhibe ederken, *Clostridium botulinum'* da botulin toksini oluşumuna karşı etkili olmadığı tespit edilmiştir (Ünlütürk ve Turantaş, 2003).



Şekil 2.2: Alliin metabolizması *(Kemper, 2000).*

Sarımsak bitkisinin antimikrobiyal etkisinden sorumlu olan en önemli bileşenin Allisin olduğu bilinmektedir. Bu bileşik, sarımsak dişlerinin mekanik olarak ezilmesi sonucu, kükürtlü bir amino asit olan alliin'in allinaz enzimi ile hızlı bir şekilde parçalanması yoluyla açığa çıkmaktadır. Alliin metabolizması Şekil 2.2'de verilmiştir. Sarımsaktaki allisin miktarının %0,2-0,4 aralığında olduğu belirtilmiştir (Iberl ve diğ, 1990; Evren ve diğ, 2006; Miray ve Elmastaş, 2020).

Antimikrobiyal etkiyi sağlayan diğer bir bileşik de ajoen olarak tanımlanmaktadır. Sarımsağa taze sarımsak aromasını ve kokusunu veren kükürtlü uçucu yağ allisindir. Allisin varlığı keskin kokusu ile kendini belli etmektedir (Ankri ve Mirelman, 1999; Petropoulos ve diğ, 2018). Taze sarımsağın bir dişinde 4-5 mg allisin bulunmaktadır. Günlük 1-3 diş taze sarımsak tüketimi sonrasında kandaki allisin oranı 6-18 µM olarak tespit edilmiştir (Horev-Azaria, 2009). Allisinin parçalanması sıcaklığa göre değişmektedir. Allisin 4°C sıcaklıkta 1 yılda yarı ömrünü tamamlamaktadır. Allisin

maksimum seviyeye, tüketiminden 30-60 dakika sonra kana karışarak ulaşmaktadır (Lachmann, 1994).

Sarımsak ekstrelerinin antimikrobiyal aktivitesinin araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde; El-Khateib ve El-Rahman (1987), sosis ve dana hamburger köftesinde baharat olarak %5 oranında kullanılan sarımsağın *S. Typhi* üzerinde bakteriyostatik etki gösterdiğini bildirmişlerdir. Gıdalarda sarımsağın sulu ekstresinin antimikrobiyal ajan olarak denendiği bir başka çalışmada; sarımsak ekstresinin Mısır'ın yöresel yemeklerinin mikroflorası üzerindeki etkileri incelenmiştir. Gıda zehirlenmesine veya bozulmasına neden olan bakteriler üzerinde güçlü antimikrobiyal etki gösterdiğini ortaya koymuşlardır (El-Khateib ve diğ. 1989). Literatürdeki veriler doğrultusunda, sarımsağın bakteriler üzerine etkisinin allisinin -SH grupları ile etkileşimine ek olarak, asetil CoA sentezini engelleyerek lipit sentezini bloke etmesinden kaynaklandığı bildirilmiştir (Focke ve diğ, 1990).

Baharatlar ve bunların uçucu yağlarının gıda kaynaklı patojenlerin gelişimini engelleme üzerindeki etkileri uzun yıllardır bilimsel çalışmalara konu olmuştur. Bu konuya ilişkin *L. monocytogenes*'in inhibisyonu ile ilgili literatürde çok sayıda araştırma yer almaktadır. Tingel ve Deibel (1992) içinde sarımsağında yer aldığı bazı baharatların *L. monocytogenes* üzerindeki etkilerini inceledikleri araştırmada; sarımsağın %3 konsantrasyona kadar, söz konusu mikroorganizma üzerinde herhangi bir engelleyici etki göstermediğini tespit etmişlerdir. Sarımsak tozunun %1, %3 ve %5'lik oranındaki sulu ekstresinin *L. monocytogenes* üzerindeki inhibisyon etkisinin belirlendiği başka bir çalışmada; denenen en yüksek dozda (%5) mikroorganizmanın gelişimini durdurucu etkiye sahip olduğu ifade edilmiştir (Hefnawy ve diğ, 1993). Benzer sonucun elde edildiği bir diğer araştırmada, Marino ve diğ, (1999) sarımsağın %5 oranında kullanımı ile söz konusu mikroorganizmanın gelişiminin inhibe edildiği belirtilmiştir.

Sarımsağın laktik asit bakterilerine karşı etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, sarımsak ve yabani mercanköşkün %2'lik konsantrasyonda, laktobasiller ve pediokoklar üzerinde inhibitör etkisi olduğu bildirilmiştir (Gonzales-Fandos ve diğ, 1996). Diğer taraftan; Koidis ve diğ. (1996), sarımsak ve mercanköşkün %0,1, %0,2, %0,3 konsantrasyonlarının *Campylobacter jejuni*'nin gelişimi üzerindeki engelleyici etkisini araştırmışlardır. Uygulanan en yüksek sarımsak dozunun (%0,3) belirtilen mikroorganizmayı inhibe ettiği ifade edilmiştir.

Arora ve Kaur (1999) patojen bakteriler ve mayaların çeşitli baharatların sulu ekstrelerine duyarlılığını karşılaştırmalı olarak incelemişlerdir. Çalışmada sarımsağın 1:1 oranında (sarımsak:su) elde edilmiş sulu ekstresinin 1 saatlik inkübasyon sonucunda Sta*phylococcus epidermis*'in %93 oranında öldürdüğü tespit edilmiştir. *Salmonella Typhi* üzerinde aynı etkinin 3 saat sonunda oluştuğu ve mayaların sarımsak ekstresi ile 1 saatte tamamen yok olduğunu belirlemişlerdir. Sulu sarımsak özütlerinin çeşitli patojenler üzerindeki MİK değerlerinin belirlendiği benzer bir çalışmada; bu değerin *B. cereus* için 6-10 mg/mL, *S. aureus* için 30-40 mg/mL, *E. coli* için 30 mg/mL, *Salmonella* için 40-100 mg/mL ve *Shigella* spp. için 10-40 mg/mL olduğu bildirilmiştir (Bagamboula ve diğ, 2004).

Yemeklerde aroma ve çeşni verici olarak kullanılan bitkilerden sarımsağın sulu ekstresinin *E. coli* üzerindeki inhibisyon etkisi Nalbantbaşı ve diğ. (2010) tarafından incelenmiştir. Disk difüzyon testi sonucunda antimikrobiyal aktivite sıralamasında 15 mm zon çapı ile sarımsak ekstresi, binbirdelik otundan sonra ikinci sırada yer almıştır. Başka bir çalışmada, sarımsağın sulu ekstrelerinin (%10) antimikrobiyal aktivitesini belirlemede 4 Gram (+) bakteri, 4 Gram (-) bakteri ve 2 maya olmak üzere 10 farklı mikroorganizma türünün kullanıldığı bildirilmiştir. Gram (+) bakterilerden *Bacillus subtilis, Listeria monocytogenes, Enterococcus faecalis* ve *Staphylococcus aureus*, Gram (-) türlerden ise *E. coli, Salmonella Enteritidis, Pseudomonas aeruginosa* ve *Klebsiella pneumoniae* kullanıldığı belirtilmiştir. Test mayaları olarak; *Saccharomyces cerevisiae* ve *Candida albicans* denendiği ifade edilmiştir. Genel olarak *P. aeruginosa* dışında tüm test mikroorganizmalarında yüksek antimikrobiyal aktivite tespit edilmiştir. Sarımsağın antimikrobiyal aktivite göstermesinde başta allisin olmak üzere tiyosülfinat bileşiklerinin önemli rol oynadığı belirtilmiştir (Bayan ve diğ, 2014).

Sarımsak sulu özütlerinin bazı gıdalarda doğal koruyucu olarak uygulanabilirliği çeşitli çalışmalar ile test edilmiştir. Yoğun sarımsak özütünün (500g/200mL su) hamburger köftelerine uygulandığı bir araştırmada, sarımsak sulu özütü 1, 2, 3 mg/mL dozlarda uygulanmış ve *S. aureus*' un gelişiminin önlenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada köftelerin 4 ^{0}C ve -18 ^{0}C'de 3 hafta süre ile depolandığı ve haftalık olarak mikroorganizmanın takip edildiği bildirilmiştir. Sonuç olarak; buzdolabı sıcaklığında 2 mg/mL uygulamasının, 3 hafta sonunda gelişimi önlemede etkili olduğu bildirilmiştir (Mozaffari Nejad ve diğ. 2014).

Uçucu yağların antimikrobiyal etkilerinin incelendiği bir araştırmada, Ouattara ve diğ. (1997), tarçın, karanfil, yenibahar, biberiye, karabiber, mercanköşk, sarımsak, kimyon uçucu yağlarını, 1:1000, 1:100 ve 1:10 oranında antibakteriyal aktivitelerini denemişlerdir. Test mikroorganizmaları olarak; *Pseudomonas fluorescens ve Serratia liquefaciens, Carnobacterium piscicola, Brochothrix thermosphacta, Lactobacillus curvatus ve Lactobacillus sake* kullanıldığı ifade edilmiştir. Sarımsak uçuğu yağının 1:100 uygulama dozunun test bakterilerinin tamamı üzerinde üzerinde engelleyici etkiye sahip olduğu bildirilmiştir. Bunun yanı sıra sarımsağın *in vitro* etkisi penisilin, streptomisin, kloramfenikol, tetrasiklin, eritromisin gibi güçlü antibiyotikler ve flukonazol gibi antifungallar ile kıyaslanabilir ölçüde olduğu ifade edilmektedir. Yağlı ve yarım yağlı yumuşak peynirlerin, *Salmonella Enteritidis* ve *Listeria monocytogenes* ile aşılandıktan sonra defne, tarçın, kekik ve sarımsak özleri kullanılan bu çalışmaya göre %1 konsantrasyonda 3 gün sonra sarımsak ve tarçın özlerinin az yağlı peynirlerde *L. monocytogenes'e* karşı etkili olduğu, sarımsak özünün ise yağlı peynirlerde *L. monocytogenes'e* karşı en etkili öz olduğu ifade edilmiştir (Smith Palmer ve diğ, 2001).

Ajoen ve allisin gibi sarımsağın antimikrobiyal etkinliğinden sorumlu etken maddeler ile yapılan çalışmalarda; saf haldeki allisinin, *E. coli*'nin çoklu ilaca dirençli enterotoksikojenik suşları dahil olmak üzere geniş bir yelpazede Gram (-) ve Gram (+) bakterilere karşı antibakteriyel aktivite sergilediği ve ajoen'nin Gram (-) bakterilerden ziyade özellikle Gram (+) bakteriler ve mayalar üzerinde daha yüksek antimikrobiyal aktivite gösterdiği bildirilmiştir (Ankri ve Mirelman, 1999; Kyung , 2012). Allisinin *E. coli, B. cereus, S. aureus, Salmonella, Proteus, Listeria* ve *Streptococcal* türleri gibi bakteriler üzerinde inhibisyon etkisi gösterdiği tespit edilmiştir (Siddique ve diğ, 2019). Allisinin hücre içerisinde disülfidril içeren enzim gruplarını inaktif hale getirerek bakterilere karşı engelleyici etki gösterdiği ifade edilmektedir (Harris ve diğ, 2001). Ayrıca taze ezilmiş sarımsaktaki en önemli biyolojik aktif bileşen olan allisinin RNA sentezini tamamen, DNA ve protein sentezini ise kısmen engellediği belirtilmiştir (Bayan ve diğ, 2014).

Sarımsağın sulu özütün mide kanserinden sorumlu *Helicobacter pylori* üzerinde inhibisyonu denenmiş ve minimum inhibitör konsantrasyon dozunun 40 µL/mL olduğu belirtilmiştir. Günlük 4 gr sarımsak tozu tüketiminin *H. pylori* pozitif bireylerin %87'sinde bakterilerin yok olmasına yol açtığı tespit edilmiştir (Ghobeh ve diğ, 2010).

Ayrıca, yapılan klinik bir çalışmada, *H. pylori* enfeksiyonu olan hastaların çiğ sarımsak tedavisi ile *H. pylori*'yi inhibe edildiği bildirilmiştir (Zardast ve diğ, 2016).

Sarımsak tozu ve yağı gibi sarımsak ürünlerinin antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı çalışmalar incelendiğinde; Ross ve diğ (2001) belirtilen ürünlerin antibakteriyal etkinliğini *S. Enteritidis* üzerinde denemişlerdir. Sarımsak yağının MİK değerini 5,5 mg/mL olarak belirlenmişken, sarımsak tozunun MİK değerini 6,25-25 mg/mL olarak bildirmişlerdir. Sarımsak tozunun, 4 farklı klinik *S. aureus* izolatları üzerindeki etkileri Deresse (2010) tarafından incelenmiştir. Sarımsak tozunun 7,5-60 mg/mL konsantrasyonlarda uygun besiyerine uygulandığı bildirilmiştir.15 mg/mL dozunun denemedeki tüm *S. aureus* izolatları üzerinde engelleyici etki gösterdiği belirtilmiştir.

Bakht ve diğ. (2011) sarımsağın metanol ve sulu ekstrelerinin, önemli patojenler (*B. cereus, S. aureus, P. aeruginosa* ATCC 9721, *E. coli* ATCC 25922, *K. pneumoniae* ve *S. Typhi* ve *C. albicans*) üzerindeki antimikrobiyal etkilerini kıyaslamışlardır. Uygulanan 2 mg/disk dozunun, hem metanol hemde sulu ekstresinin *B. cereus, S. aureus, P. aeruginosa* ATCC 9721 ve *C. albicans* üzerinde engelleyici etki göstermediği tespit edilmiştir. Diğer taraftan sarımsağın sulu ekstresinin aynı dozda (2 mg/disk) *S. Typhi, E. coli* ATCC 25922 ve *K. pneumoniae* üzerinde güçlü antibakteriyal aktiviteye sahip olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde, Gull ve diğ (2012) sarımsağın %10 oranında hazırlanmış su ve metanol ekstrelerinin, *S. Typhi, Shigella* spp., *P. aeruginosa, E. coli, B. subtillus, S. aureus, S. epidermidis* ve *K. pneumoniae* üzerindeki gelişimi durdurucu etkilerini incelemişlerdir. Tüm test bakterileri üzerinde metanol ekstresinin zayıf antibakteriyal etki sergilediği ifade edilmiştir. Sulu ekstreye en duyarlı bakterinin *S. epidermidis* olduğu ve bunu sırasıyla *S. aureus, B. subtillus ve P. aeruginosa'* nın takip ettiği tespit edilmiştir. En direçli türlerin ise *E. coli* ve *S. Typhi* olduğu ifade edilmiştir.

Antibakteriyal etkiyi belirlemede mikrodilüsyon yöntemini kullanan Pakdel ve diğ (2017) benzer özütleri (metanol ve su), *S. aureus* ve *P. aeruginosa* üzerine test etmişlerdir. Araştırmada sulu ekstre, 1:1 (sarımsak: su) oranında hazırlanarak çeşitli konsantrasyonlarda (1/2, 1/4, 1/8 ve 1/32) denemeye alınmıştır. Diğer taraftan metanol ekstresinin ise 10 mg/mL sarımsak olacak şekilde %70 metanol ile hazırlandığı ve mikrodilüsyon yöntemiyle test edildiği bildirilmiştir. Her iki ekstrenin, uygulanan en yüksek dozlarda bile test bakterilerini engellemede başarısız olduğunu bildirmişlerdir.

Petropoulos ve diğ (2018) farklı genotipe sahip Yunan sarımsaklarının antioksidan ve antimikrobiyal aktivitelerini kıyaslamışlardır. Sarımsaklar Metanol:su (80:20) ile ekstrakte edilmiş ve son konsantrasyonu 20 mg/mL olacak şekilde ayarlanmıştır. Araştırmada test bakterileri olarak; *S. aureus, B. cereus, Micrococcus flavus, P. aeruginosa, E. coli, P. mirabilis, Enterobacter cloacae* ve *S. Typhimurium* 'un kullanıldığı ve patojen mayalardan C. *albicans* ve *C. krusei* ile çalışıldığı bildirilmiştir. İncelenen tüm genotiplerde tüm genotiplerin bakteriyostatik aktivitesini 0,04-0,4 mg/mL arasında, MBK değerlerinin ise 0,075-0,6 arasında olduğu belirtilmiştir. Çalışılan 11 genotipten iki tanesinin, 10 bakteriden 8'i üzerinde etkili olması ile ön plana çıktığı ifade edilmiştir.

Son yıllarda yapılan sarımsak sulu ekstresi çalışmaları incelendiğinde; Chand (2021), taze sarımsakları ezerek suyunu çıkarmış ve daha sonra elde edilen bu öz suyu %100, 75, 50 ve 25 oranında antibakteriyal aktivite belirlemede kullandığını bildirmiştir. Denemede *B. cereus, E. coli, S. aureus* ve *S. Typhi*'nin test edildiği araştırmada, en düşük konsantrasyonda (%25) en duyarlı bakterinin 34 mm zon çapı ile *S. aureus* olduğu, diğer üç bakteri üzerinde de engelleme görüldüğü (19,3- 28,6 mm aralığında zon çapı) ifade edilmiştir.

3.MATERYAL METOT

3.1 Materyal

3.1.1 Sarımsak genotipleri

Bu çalışmada Kastamonu, Antep ve Balıkesir sarımsağı olmak üzere üç farklı genotip sarımsak kullanılmıştır. Sarımsak materyalleri Bursa Uludağ Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri bölümünden temin edilmiştir. Sarımsakların genotip ayrımları bu konuda uzman Prof. Dr. Meryem İPEK tarafından yapılmıştır. Örnekler kullanılana kadar kuru, karanlık ve serin bir yerde bekletilmiştir.

3.1.2 Test mikroorganizmaları

Antimikrobiyal aktivitenin belirlenmesinde kullanılan test mikroorganizmaları Çizelge 3.1'de verilmiştir. Belirtilen mikroorganizmalar Bursa Teknik Üniversitesi Gıda Mühendisliği Bölümü kültür koleksiyonundan sağlanmıştır.

Çizelge 3.1: Test mikroorganizmaları.

Bakteriler/Gram (-)	Gram (+)	Mayalar
E. coli	*Staphylococcus aureus*	*Schizosaccharomyces pombe*
Salmonella Typhimurium	*Bacillus cereus*	*Saccharomyces cerevisiae*
Salmonella Enteritidis	*Listeria monocytogenes*	
E. coli O157:H7	*Enterococcus faecalis*	

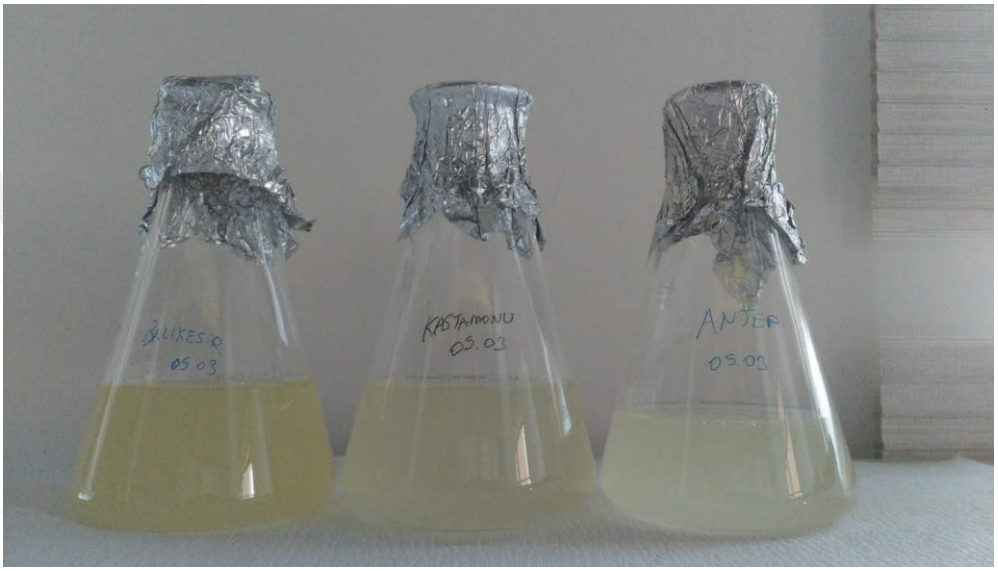
3.2 Yöntemler

3.2.1 Sarımsak ekstrelerinin hazırlanması

Sulu sarımsak ekstreleri, Chen ve diğ. (2018)'nin çalışmasında belirtildiği yöntem modifiye edilerek hazırlanmıştır. Sulu ekstrelerin hazırlanmasında, rastgele seçilen sarımsak dişleri (20 g) soyularak, küçük parçalar halinde kesilmiş ve daha sonra porselen bir havanda ezilmiştir. Ardından 200 mL damıtılmış su içinde oda

sıcaklığında 2 saat bekletilmiştir. Şekil 3.1'de sırasıyla Balıkesir, Kastamonu ve Antep sarımsaklarının sulu ekstreleri verilmiştir.

Metanollu sarımsak ekstreleri Kallel ve diğ. (2014)'nin yöntemine göre hazırlanmıştır. 20 g öğütülmüş sarımsak numunesi 200 mL 1:1 metanol-su (v/v) karışımı içinde oda sıcaklığında 2 saat boyunca manyetik karıştırıcı yardımıyla ekstrakte edilmiştir. 10,000 rpm'de 20 dakika santrifüjün ardından, metanol ekstreleri darası alınmış balona aktarılmış ve metanol vakumlu döner buharlaştırıcı kullanılarak 40°C'de uzaklaştırılmıştır.



Şekil 3.1: Balıkesir, Kastamonu ve Antep sarımsaklarının sulu ekstreleri.

Tüm ekstraksiyonlar üç kez tekrarlanmış ve analize alınana kadar karanlıkta 4°C'de saklanmıştır. Şekil 3.2'de Kastamonu ve Antep sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) karışımında çözünmüş ekstreleri verilmiştir.

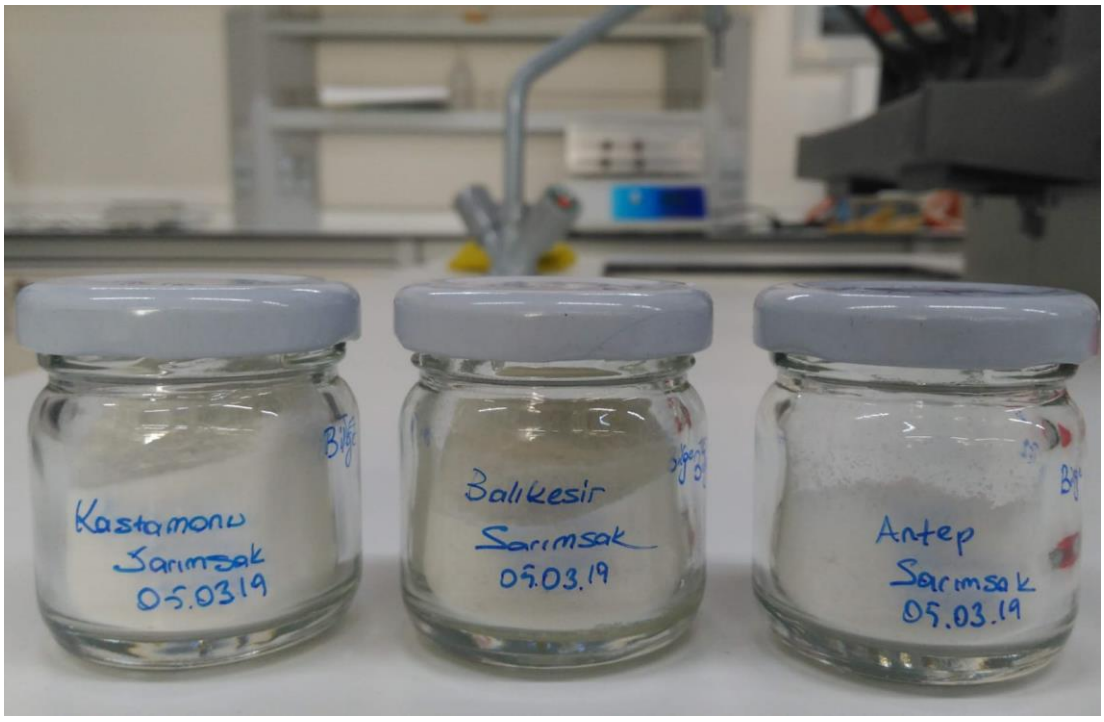


Şekil 3.2: Kastamonu ve Antep sarımsaklarının 1:1 metanol-su(v/v) ekstreleri.

Son olarak elde edilen su ve 1:1 metanol-su(v/v) ekstreleri petri kaplarına alınarak liyofilize edilmiştir (Şekil 3.3 ve Şekil 3.4).



Şekil 3.3: Sarımsak ekstrelerinin liyofilizatörde kurutulması.



Şekil 3.4: Kastamonu, Balıkesir ve Antep sarımsaklarının 1:1 metanol-su(v/v) ekstrelerinin liyofilizatörde kurutulmuş hali.

3.2.2 Test mikroorganizmalarının hazırlanması

Çalışmada, bakteriler için Mueller-Hinton Agar ve Broth (MHA ve MHB), mayalar için ise Sabouraud Dekstroz Broth ve Agar (SDA ve SDB) kullanılmıştır. Test bakteri ve mayaları uygun sıvı besiyerinde sırasıyla 37°C de 24 saat ve 28°C'de 48 saat geliştirilmiştir ve aynı sıvı besiyeri ile 0.5 Mcfarland bulanıklığına ayarlanmıştır.

3.2.3 Sıvı mikrodilüsyon yöntemi ve MİK – MBK/MFK değerlerinin belirlenmesi

Sarımsak ekstrelerinin Minimum İnhibitör Konsantrasyon (MİK) değerleri sıvı mikrodilüsyon yöntemiyle bakteriler için CLSI M07-A10 kılavuzu, mayalar için ise NCCLS M27-A2 kılavuzuna göre belirlenmiştir. 0.5 McFarland bulanıklığına ayarlanan taze bakteri ve maya süspansiyonu sırasıyla Mueller-Hinton Broth (MHB) ve Sabourand Dekstroz Broth (SDB) bulunan 96 kuyucuklu mikroplaklara, 20 µL ilave edilmiştir (Wiegand ve diğ, 2008). Ardından iki kat seyreltim metodu ile hazırlanan farklı konsantrasyonlardaki (0,025-100 mg/mL) sarımsak ekstrelerinden 180 µL kuyucuklara aktarılmıştır. Mikroplaklar 37°C'de 18-24 saat (bakteri) ya da 28°C'de 48 saat (maya) inkübasyona bırakılmıştır.

Her mikroplakada bir sterilite kontrol kuyucuğu (seyreltimlerde kullanılan besiyeri, 200 µL) ve bir üreme kontrol kuyucuğu (sadece inokulum eklenmiş besiyeri; 180µL+20µL) bulunmaktadır. Mikroorganizma yoğunluğu 600 nm'de mikroplak okuyucu (Epoch, BioTek Instruments, Inc.) ile belirlenmiştir. Bulanıklığın görülmediği, üremenin tamamen inhibe edildiği en düşük konsantrasyon MİK değeri olarak belirlenmiştir (Bílikova ve diğ, 2015).

MİK değerinin belirlendiği kuyucuklardan 15 µL kültür süspansiyonu bakteriler için MHA, mayalar için SDA yüzeyine yayılmıştır ve petriler, bakteriler için 37°C'de 24 saat, mayalar 28°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır (Moghim ve diğ, 2015). Gelişmenin olmadığı konsantrasyon Minimum Bakterisidal Konsantrasyon (MBK)/ Minimum Fungisidal Konsantrasyon (MFK) olarak değerlendirilmiştir (Nikkhah ve diğ, 2017). Çizelge 3.2'de sarımsak ekstrelerinin konsantrasyon değerleri verilmiştir.

Çizelge 3.2: Sıvı mikrodilüsyon yönteminde kullanılan sarımsak ekstresi konsantrasyonları (mg/mL).

Sarımsak Ekstresi	1	2	3	4	5	6	7	8
Kastamonu	100	50	25	12,5	6,25	3,125	1,56	0,78
Balıkesir	100	50	25	12,5	6,25	3,125	1,56	0,78
Antep	100	50	25	12,5	6,25	3,125	1,56	0,78
Sarımsak Ekstresi	9	10	11	12	13	14	15	16
Kastamonu	0,39	0,19	0.09	0,04	0,02	0,01	0,005	0,0025
Balıkesir	0,39	0,19	0.09	0,04	0,02	0,01	0,005	0,0025
Antep	0,39	0,19	0.09	0,04	0,02	0,01	0,005	0,0025

3.2.4 Agar kuyucuk difüzyon yöntemi

Sarımsak ekstrelerinin antimikrobiyal etkisi agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile belirlenmiştir. Bu amaçla kültürden 0.5 McFarland mikrooganizma solüsyonu hazırlanmış ve 100 µL inokulum drigalski spatulü ile agar yüzeyine yayılmıştır.0.5 McFarland bulanıklığına ayarlanan süspansiyon bakteriler için Muller Hinton Agar (MHA), mayalar için Sabouraud Dekstroz Agar (SDA) kullanılmıştır. Agarda istenilen çapta delik oluşturmak için agar delici kullanılmış ve her kullanışta alkol içine batırılıp çıkarıldıktan sonra ateşte yakılarak sterilize edilmiştir. Steril agar delici ile 6 mm çapında kuyucuklar açılmıştır. Açılan kuyucuklara 30 µL sarımsak ekstreleri eklenmiştir. Yeterli kuruma sonrasında bakteriler 37°C/18-24 saat, mayalar 28°C'de 48 saat inkübasyona bırakılmıştır. Süre sonunda temiz zon çapları mm olarak ölçülmüştür.

3.2.5 İstatistiksel analizler

Çalışmada Kastamonu, Balıkesir ve Antep sarımsaklarının su ve 1:1 metanol-su(v/v) ekstrelerinin seçilen mikroorganizmalar üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonları IBM SPSS Statistics Version 22 (IBM, New York, NY, USA) 22.0 programı kullanılarak istatiksel olarak değerlendirilmiştir. Veri setlerinde öncelikle normallik dağılımına bakılmış, normal dağılıma uyan veriler için parametik bir test olan Oneway-ANOVA ile Tukey çoklu karşılaştırma testi kullanılarak %95 güven aralığında gruplar arasında anlamlı fark olup olmadığı belirlenmiştir ($p<0,05$).

4.BULGULAR VE TARTIŞMA

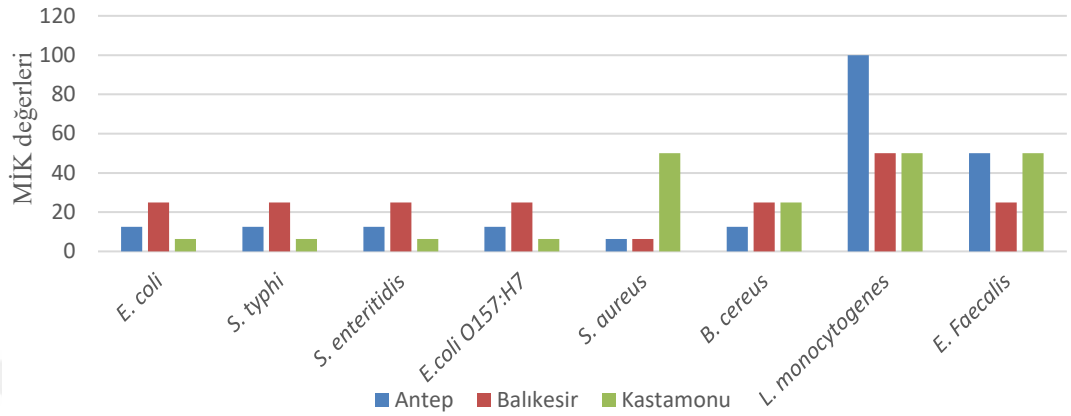
Bu çalışmada Kastamonu, Balıkesir ve Antep sarımsaklarının sulu ve 1:1 metanol-su(v/v) ekstrelerinin antimikrobiyal etkinliği çeşitli bakteri ve mayalar üzerinde denenmiştir. Sıvı mikrodilüsyon yöntemi ile MİK ve MBK/MFK değerleri belirlenirken, agar kuyucuk difüzyon yöntemi ile zon çapları ölçülerek mikroorganizmalar dirençli, orta derece duyarlı ve duyarlı olarak tanımlanmıştır. Ayrıca farklı sarımsak genotiplerinin antimikrobiyal etkileri kıyaslanmıştır. Çizelge 4.1 ve Çizelge 4.2'de her iki ekstraksiyon metodu için Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsakları için elde edilen MİK ve MBK/MFK sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.1: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test bakterileri ve mayaları üzerinde belirlenmiş MİK ve MBK/MFK değerleri (mg/mL).

Bakteriler	Antep		Balıkesir		Kastamonu	
	MİK	MBK	MİK	MBK	MİK	MBK
E. coli	12,5	50	25	50	6,25	25
S. Typhi	12,5	50	25	100	6,25	100
S. Enteritidis	12,5	50	25	100	6,25	100
E. coli O157:H7	12,5	50	25	100	6,25	50
S. aureus	6,25	50	6,25	25	50	100
B. cereus	12,5	100	25	25	25	50
L. monocytogenes	100	100	50	100	50	100
E. faecalis	50	100	25	100	50	100
Mayalar	MİK	MFK	MİK	MFK	MİK	MFK
S. pombe	0,39	12,5	0,09	0,09	0,39	12,5
S. cerevisiae	6,25	6,25	0,01	0,09	6,25	12,5

Çizelge 4.1'deki sonuçlar incelendiğinde; test bakterilerinin genelinde MBK değerinin MİK değerinden yüksek olduğu görülmektedir. *S. Typhi ve S. Enteritidis*'de 3 sarımsak genotipi için de aynı MİK ve MBK değerleri tespit edilmiştir. Çalışmada kullanılan sulu sarımsak ekstreleri en düşük antimikrobiyal etkiyi *L. monocytogenes* üzerinde göstermişlerdir. *S. aureus*'un 6,25 mg/mL'lik MİK değeri ile Antep ve Balıkesir sarımsaklarının sulu ekstrelerine karşı en duyarlı bakteri olduğu belirlenmiştir. Kastamonu sarımsağının sulu ekstresi için ise en duyarlı bakteriler 25 mg/mL'lik MİK değerleri ile *E. coli, S. Typhi, S. Enteritidis* ve *E. coli* O157:H7'dir. *E. coli, S. Typhi,*

S. Enteritidis ve E. coli O157:H7 bakterileri için 3 sarımsak çeşidinde de MİK değerlerinin aynı olduğu belirlenmiştir (Şekil 4.1). Sarımsakların sulu ekstrelerinin test edilen Gram (-) bakteriler üzerinde aynı MİK değerleri ile benzer etkiye sahip olduğu söylenebilir.



Şekil 4.1: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş MİK değerleri (mg/mL).

Dondurularak kurutulmuş sarımsağın sulu özütünün bakteri, maya ve virüs üzerinde inhibe edici etkisinin araştırıldığı benzer bir çalışmada, test edilen tüm mikroorganizmaların (*S. aureus, E. coli, B. cereus, S. cerevisiae, L. monocytogenes, S. Enteritidis, S. Typhi*) sarımsağa duyarlı olduğu bildirilmiştir. Bakteriler ve mayalar için minimum inhibitör konsantrasyonlarının; *S. aureus* ve *E. coli* için 0,6-1,3 mg/mL; *B. cereus, L. monocytogenes, S. Enteritidis* ve *S. cerevisiae* için 1,3-2,5 mg/mL; *S. Typhi* için 2,5-5 mg/mL olduğu ifade edilmiştir (Rees ve diğ, 1993). Çalışmamızdaki üç genotip için MİK değerleri, *S. aureus, E. coli* için 6,25-50 mg/mL; *B. cereus* 12,5-25 mg/mL; *L. monocytogenes* 50-100 mg/mL; *S. Enteritidis* ve *S. Typhi* 6,25-25 mg/mL; *S. cerevisiae* 0,01-6,25 mg/mL aralığında saptanmıştır. Yapılan tez çalışmasındaki bu farklılığın ekstraksiyon yöntemi farklılığından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

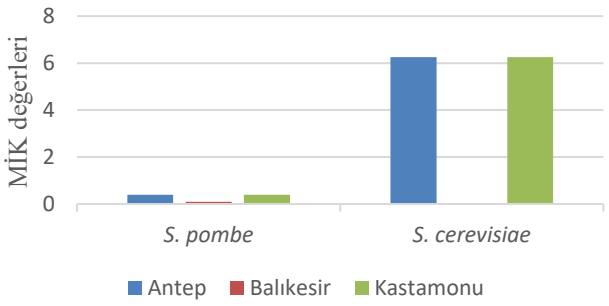
Abubakar (2009) yaptığı çalışmada; sulu sarımsak ekstrelerinin *S. aureus* ve *E. coli* üzerindeki MİK değerlerini belirlemiştir. *S. aureus* (NSA ve FMSA) için MİK değerleri 50 ve 25 mg/mL iken MBK değerleri 75 ve 25 mg/mL olarak bildirilmiştir. Farklı genotip sarımsakların MİK sonuçları ile kıyaslandığında; Kastamonu genotipi ile benzer MİK değerine sahip olduğu (50 mg/mL), diğer genotiplerin daha düşük MİK gösterdiği (6,25 mg/mL) belirlenmiştir. Bu sonucun sulu ekstrelerin bileşimindeki aktif biyolojik maddelerin farklılığından kaynaklanmış olabileceği şeklinde

yorumlanmıştır. Aynı zamanda sarımsak ekstresinin *S. aureus*'un suş farkına dayalı bir engelleyici etki göstermesi de mümkündür. Bir diğer test mikroorganizması *E. coli* (NEC ve FMEC) için MİK değerleri 100 ve 50 mg/mL, MBK değerleri 125 ve 50 mg/mL olarak bildirilmiştir. Çalışmamızda her iki *E. coli* türü için de bu değerlerin daha düşük olduğu belirlenirken, ekstraksiyon yöntemi ve ekstrelerin bileşimindeki aktif biyolojik bileşenlerin farklılığından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Sulu sarımsak ekstrelerinin antimikrobiyal özellikleri ile ilgili yapılan başka bir çalışmada, Gram (-) bakteriler için MİK ve MBK değerlerinin 1,1- 35,7 mg/mL aralığında olduğu, test edilen Gram (+) bakteriler için ise MİK ve MBK değerlerinin 35,7- 142,7 mg/mL aralığında olduğu ifade edilmiştir (Bakri ve Douglas, 2005). Çalışmamızda sadece Kastamonu sarımsağının sulu ekstresinde Gram (-) bakterilerin Gram (+) den daha düşük MİK değeri göstermesi yönünden belirtilen çalışma ile benzerlik göstermektedir. Kastamonu sarımsağının sulu ekstresi Gram (-) bakteriler için 6,25 mg/mL MİK değeri belirlenirken; Gram (+) bakteriler için en düşük MİK değeri 25 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Bu sonuç hücre duvarı farklılığı ile ilişkilendirilebilir.

Mozaffari ve diğ. (2014) hamburger köftesinde sulu sarımsak ekstresinin test edildiği bir çalışmada, Gram (+) bakterilerin MİK değerlerini 15,6-48,3 mg/mL aralığında; Gram (-) bakterilerin MİK değerlerini ise 22,9-37,2 mg/mL aralığında belirlemişlerdir. Test mayalarında MİK değerinin ise 14,9-15,5 mg/mL aralığında olduğu tespit edilmiştir. Yapılan tez çalışmasındaki sonuçlar incelendiğinde; Gram (-) bakteriler için Balıkesir sarımsağı (25 mg/mL) bu değerler arasındadır. Ancak Antep (12,5 mg/mL) ve Kastamonu (6,25 mg/mL) sarımsakları bu MİK değerlerinin altındadır. Gram (+) bakteriler için Antep sarımsağı bu değerlerin dışında kalmaktadır. Balıkesir sarımsağı için *B. cereus* ve *E. faecalis* (25 mg/mL), Kastamonu sarımsağı için *B. cereus* (25 mg/mL) bu değer aralığında yer almaktadır. Maya sonuçları kıyaslandığında ise çalışmamızdaki MİK değerleri (0,01-6,25 mg/mL) oldukça düşüktür. Farklı sarımsak genotiplerinin aynı mikroorganizmalara farklı konsantrasyonlarda etki etmesinin ekstrelerinin kimyasal profilin farklı olabilirliği ile ilişkilendirilmiştir. Bitkilerin yetiştikleri ortamdaki dış etkenler ve iç etkenler bitkilerin kimyasal içeriklerinin oluşumunda etkili olduğu, bu sebeple sarımsağın yetiştiği bölge ve diğer faktörler nedeniyle genotipler arasında kimyasal içerik farklılıkları beklenmektedir.

Şekil 4.2'de görüldüğü gibi, Balıkesir sarımsağının sulu ekstresi *S. pombe* ve *S. cerevisiae* üzerinde en düşük konsantrasyonlarda bile (sırasıyla 0,19 ve 1,56 mg/mL gelişimi durdurucu etki göstermiştir.



Şekil 4.2: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test mayaları üzerinde belirlenmiş MİK değerleri (mg/mL).

Çizelge 4.2: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının metanol-su ekstrelerinin test bakterileri ve mayaları üzerinde belirlenmiş MİK ve MBK/MFK değerleri (mg/mL).

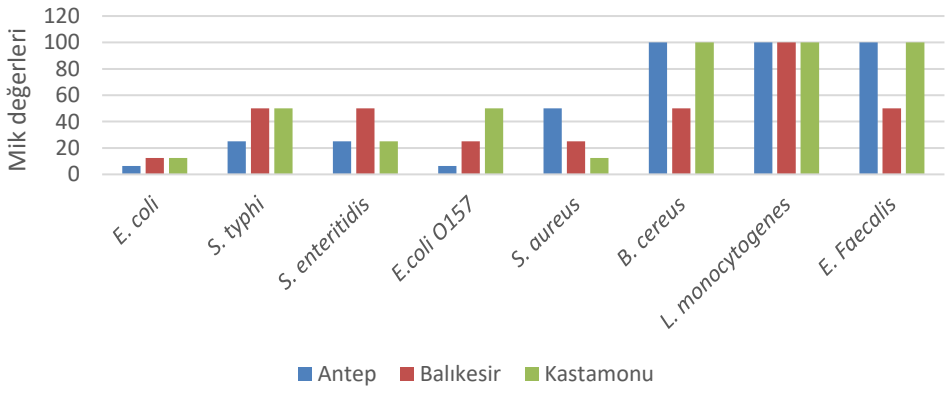
Bakteriler	Antep		Balıkesir		Kastamonu	
	MİK	MBK	MİK	MBK	MİK	MBK
E. coli	6,25	50	12,5	50	12,5	100
S. Typhi	25	50	50	50	50	100
S. Enteritidis	25	50	50	100	25	100
E. coli O157:H7	6,25	25	25	50	50	100
S. aureus	50	100	25	50	12,5	100
B. cereus	100	100	50	100	100	100
L. monocytogenes	100	100	100	100	100	100
E. faecalis	100	100	50	100	100	100
Mayalar	MİK	MFK	MİK	MFK	MİK	MFK
S. pombe	25	25	0,19	6,25	12,5	6,25
S. cerevisiae	6,25	12,5	1,56	3,125	3,125	12,5

Çizelge 4.2'deki sonuçlara göre *B. cereus* ve *E. faecalis* bakterileri 3 sarımsak çeşidinde de aynı MİK ve MBK sonuçlarını vermiştir. 1:1 metanol-su (v/v) sarımsak ekstrelerinin üçü de en düşük antimikrobiyal etkiyi sulu sarımsak ekstrelerinde olduğu gibi *L. monocytogenes* üzerinde göstermişlerdir. Bu bakteriyi *B. cereus* ve *E. faecalis* takip etmektedir. Antep sarımsağının 1:1 metanol-su (v/v) ekstresine en duyarlı bakterilerin 6,25 mg/mL MİK değerleri ile *E. coli* ve *E. coli O157:H7* olduğu tespit edilmiştir. Benzer şekilde *E. coli* 12,5 mg/mL olan MİK değeri ile Balıkesir sarımsağının metanol: su ekstresine en duyarlı tür olarak belirlenmiştir. Bir diğer genotip olan Kastamonu sarımsağı da aynı MİK değeri (12,5 mg/mL) ile *E. coli ve S. aureus* üzerinde en güçlü etkiyi göstermiştir.

Çalışmada test edilen 3 sarımsak genotipinin metanol ekstrelerine en duyarlı olanı *E. coli* iken en dirençli türlerin *L monocytogenes, B. cereus* ve *E. faecalis* (Balıkesir sarımsağında *E. faecalis* haricinde) olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.3).

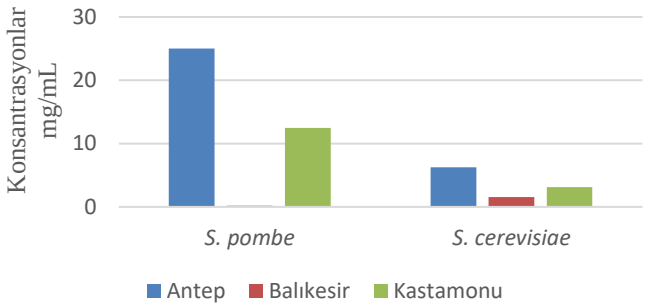
Garba ve diğ. (2013) sarımsağın metanol ve su ekstresinin *S. aureus* için MİK değerleri sırasıyla (metanol/su) 100/200 mg/mL olarak belirlemişken, *E. coli* için MİK değerinin 50/100 mg/mL olduğu bildirilmiştir. Yapılan tez çalışmasında; *S. aureus* MİK değerleri metanol/ su ekstresi sırasıyla incelendiğinde; Antep sarımsağında MİK değerleri sırasıyla 50/6,25 mg/mL, Balıkesir sarımsağında MİK 25/6,25 mg/mL ve Kastamonu sarımsağında 12,5/50 mg/mL olarak kaydedilmiştir. Benzer şekilde *E. coli* için MİK incelendiğinde; metanol/su ekstresi sırasıyla Antep sarımsağında 6,25/12,5 mg/mL, Balıkesir sarımsağında 12,5/25 mg/mL ve Kastamonu sarımsağında 12,5/6,25 mg/mL değerleri tespit edilmiştir. Bu durumda çalışmamızda yer alan üç genotipin de her iki bakteri üzerinde literatüre kıyasla daha güçlü etkiye sahip olduğu söylenebilir.

Sarımsağın metanol ekstresinin antifungal etkinliği Yoshida ve diğ (1998) tarafından belirlendiğinde; *S. cerevisiae* için MİK değeri 20 mg/mL iken *S. pombe* için bu değer 10 mg/mL olarak tespit edilmiştir. Çalışmamızda üç ayrı genotip için değerlendirildiğinde *S. cerevisiae* için MİK değeri 1,56-6,25 mg/mL aralığındayken; *S. pombe* için 0,19-25 mg/mL aralığındadır. Literatür ile kıyaslandığında, tez çalışmasında metanol ekstresinin *S. cerevisiae* üzerinde düşük dozda durdurucu etki gösterdiği görülmektedir. *S. pombe* üzerindeki etkinin ise çalışmadaki genotiplerden Balıkesir ve Kastamonu ile uyumlu olduğu belirlenmiştir.



Şekil 4.3: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının metanol-sulu ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş MİK değerleri (mg/mL).

Şekil 4.4'te görüldüğü üzere Balıkesir sarımsağının metanol su ekstresi tıpkı sulu ekstresi gibi en düşük konsantrasyonlarda bile *S. pombe* ve *S. cerevisiae*'ye etki etmiştir.



Şekil 4.4: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının metanol-sulu ekstrelerinin test mayaları üzerinde belirlenmiş MİK değerleri (mg/mL).

Disk difüzyon ile antimikrobiyal test edildiği çalışmalar ele alındığında; sarımsağın sulu ektresi, Gram (+) (*B. subtilis, S. aureus*) ve Gram (-) (*E. coli* ve *K. pneumoniae*) suşlara karşı antibakteriyel aktivite gösterdiği, sarımsağın metanol-sulu ekstresinin ise, *S. aureus* hariç test edilen tüm mikroorganizmalara karşı antimikrobiyal aktiviteye sahip olduğu vurgulanmıştır (Hussein ve diğ, 2016; Kadhim, 2016). Yapılan tez çalışması sonuçları ile kıyaslandığında; genel olarak bu çalışma ile uyum içinde olduğu, ancak çalışmamızdaki metanol-sulu ekstresinin *S. aureus* üzerinde yüksek bir zon oluşumu gösterdiği saptanmıştır. Bu durum, *S. aureus*' un suş farkından kaynaklanmış olabileceği şeklinde yorumlanmıştır.

Çizelge 4.3, 4.4, 4.6 ve 4.7'de her iki ekstraksiyon metodu için Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsakları için elde edilen zon çapı sonuçları verilmiştir.

Çizelge 4.3: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş zon değerleri (mm).

Bakteriler	Antep	Balıkesir	Kastamonu
E. coli	15,08±0,39^{b}	19,21±1,01^{a}	14,57±0,20^{b}
S. Typhi	13,92±1,03^{ab}	16,24±1,18^{a}	13,58±0,77^{b}
S. Enteritidis	14,45±1,02^{b}	17,98±1,59^{a}	15,96±0,53^{ab}
E. coli O157:H7	17,15±0,58^{a}	18,03±1,86^{a}	13,43±0,16^{b}
S. aureus	23,87±1,63^{b}	29,96±0,73^{a}	30,05±0,38^{a}
B. cereus	15,95±4,63^{a}	21,32±2,85^{a}	18,51±0,11^{a}
L. monocytogenes	14,13±0,76^{a}	13,23±1,13^{a}	13,78±0,67^{a}
E. faecalis	22,06±0,91^{a}	14,86±1,74^{b}	17,08±0,46^{b}

Küçük harfler bakteriler arası istatistiki olarak farklılığı göstermektedir ($p \leq 0,05$).
İstatistiksel analizler, 3 sarımsak genotipi için tek bir bakteri bazında yapılmıştır.

Çizelge 4.4: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin test mayaları üzerinde belirlenmiş zon değerleri (mm).

Mayalar	Antep	Balıkesir	Kastamonu
S. pombe	24,09±0,15[b]	26,50±1,27[a]	23,08±0,13[b]
S. cerevisiae	24,47±0,52[a]	26,00±0,00[ab]	23,12±0,99[b]

Küçük harfler bakteriler arası istatistiki olarak farklılığı göstermektedir (p≤0,05).
İstatistiksel analizler, 3 sarımsak genotipi için tek bir bakteri bazında yapılmıştır.

Çizelge 4.5: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin zon çaplarına göre tanımlanması.

Bakteriler	Antep	Balıkesir	Kastamonu
E. coli	orta derecede duyarlı	duyarlı	dirençli
S. Typhi	dirençli	orta derecede duyarlı	dirençli
S. Enteritidis	dirençli	orta derecede duyarlı	orta derecede duyarlı
E. coli O157:H7	orta derecede duyarlı	orta derecede duyarlı	dirençli
S. aureus	duyarlı	duyarlı	duyarlı
B. cereus	orta derecede duyarlı	duyarlı	orta derecede duyarlı
L. monocytogenes	dirençli	dirençli	dirençli
E. faecalis	duyarlı	dirençli	orta derecede duyarlı
Mayalar			
S. pombe	duyarlı	duyarlı	duyarlı
S. cerevisiae	duyarlı	duyarlı	duyarlı

Dirençli ≤ 14, Orta derecede duyarlı 15-18, Duyarlı ≥ 19 (NCCLS, 1991).

Çizelge 4.3 ve 4.5 incelendiğinde *S. aureus*'un tüm sulu sarımsak ekstrelerine duyarlı olduğu saptanmıştır. Diğer taraftan Balıkesir sarımsağın sulu ekstresine en duyarlı bakteriler *E. coli* ve *B. cereus* iken, Antep sarımsağının sulu ekstresine *en* duyarlı türün *E. faecalis* olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca NCCL (1991)'e göre; *E. coli, S. Enteritidis, S. aureus, B. cereus* ve *E. faecalis* sulu sarımsak ekstrelerine karşı dirençli türler olarak belirlenmiştir. Ayrıca Gram negatif bakterilerin Balıkesir sarımsağına daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Ancak diğer iki genotipin (Antep, Kastamonu) daha düşük etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 4.4 incelendiğinde *S. pombe* ve *S. cerevisiae* 'nin tüm sulu sarımsak ekstrelerine NCCL (1991)'e göre duyarlı olduğu görülmüştür. Sarımsak genotipleri arasından Balıkesir sarımsak sulu özütünün söz konusu mayalar üzerinde en etkili ekstre olduğu saptanmıştır.

Agar kuyucuk yöntemine göre; Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstrelerinin *L. monocytogenes* ve *B. cereus* bakterileri üzerinde meydana getirdiği zonlar kıyaslandığında istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$). Diğer bakteriler için en az iki ekstre arasında istatistiksel olarak anlamlı farklar vardır (Çizelge 4.3).

Taşkın ve diğ. (1997) tarafından yapılan bir çalışmada, sarımsağın su, etanol (%95) ve eterdeki 1/10'luk ekstrelerinden hazırlanan disklerinin referans suşlar (*S. aureus* ATCC 6538 *ve E. coli*) üzerine etkisi incelenmiştir. Sulu sarımsak ekstreleri *E. coli* için 9 mm zon değeri verirken, *S. aureus* için 17 mm zon değeri ölçülmüştür. *S. aureus'*un sulu sarımsak ekstresine karşı *E. coli*'ye göre daha duyarlı olduğu bildirilmiştir. Çalışmamızda bezer şekilde uygulanan tüm genotiplerde; sulu ekstreye karşı *S. aureus*'un *E. coli*'den daha duyarlı olduğu tespit edilmiştir. Bu durum hücre duvarı yapısı farklılıkları ile ilişkilendirilebilir. Ancak yapılan tez çalışmasında, test edilen tüm sulu ekstrelerde her iki bakteri içinde söz konusu araştırmaya kıyasla daha yüksek zon değerleri (*E. coli* için Antep: 15,08 mm, Balıkesir:19,21 mm, Kastamonu:14,57 mm; *S. aureus için* Antep: 23,87 mm, Balıkesir: 29,96 mm, Kastamonu: 30,05 mm) kaydedilmiştir.

Sarımsağın sulu ekstresinin, disk diffüzyon yöntemiyle antimikrobiyal etkilerinin incelendiği bir diğer araştırmada, *S. aureus* (NSA ve FMSA) için zon değerlerinin 28 ve 33 mm iken, *E. coli* (NEC ve FMEC) için 20 ve 27 mm olarak kaydedildiği belirtilmiştir (Abubakar, 2009). Çalışmamızda *S. aureus* için elde edilen sonuçlar (Antep 23,87 mm, Balıkesir 29,96 mm, Kastamonu 30,05 mm) benzerlik göstermektedir. Ancak çalışmamızdaki *E. coli* zon değerleri daha düşüktür (Antep 15,08 mm, Balıkesir 19,21 mm, Kastamonu 14,57 mm). Garba ve diğ. (2010) yaptıkları bir çalışmada, sarımsağın sulu ekstresinin *S. aureus* için zon değerini 17 mm, *E. coli* için zon değerini ise 18 mm olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda *S. aureus* için belirlenen zon değerleri bu çalışmaya kıyasla daha yüksektir. *E coli* için ise Balıkesir sarımsağının sulu ekstresi 19,21 mm ile bu çalışmaya yakın bir değerdedir.

Sarımsağın sulu ekstresinin denendiği benzer bir çalışmada, sulu sarımsak ekstresinin *E. coli* (15 mm) üzerinde etkili olduğu belirlenirken, *E. faecalis* (9 mm) ve *S. cerevisiae* (8 mm) üzerinde daha az etkili olduğu saptanmıştır (Nalbantbaşı ve diğ, 2010). Çalışmamızda, *E. coli* (Antep 15,08 mm, Balıkesir 19,21 mm, Kastamonu 14,57 mm) yakın düzeyde zon oluştururken, *E. faecalis* (Antep 22,06 mm, Balıkesir 14,86 mm, Kastamonu 17,08 mm) ve *S. cerevisia* (Antep 24,47 mm, Balıkesir 26,00 mm, Kastamonu 23,12 mm) mikroorganizmalarından daha etkili inhibisyon zonları elde edilmiştir. *S. cerevisiae*, çalışmamızdaki tüm sulu sarımsak ekstreleri için duyarlı olarak tanımlanan zon çapı değerleri göstermiştir.

Sulu sarımsak ekstresinin antimikrobiyal etkisinin Balaji ve diğ. (2012) tarafından belirlendiği bir çalışmada, sarımsağın sulu ekstresi üzerindeki zon değerleri *S. aureus* için 14 mm, *E. coli* için 16 mm olarak belirlenmiştir. Çalışmamızdaki *E. coli* değerleri Antep (15,08 mm) ve Kastamonu (14,57 mm) sarımsaklarının sulu ekstreleri için benzerlik göstermesine rağmen *S. aureus*, çalışmamızdaki sulu sarımsak ekstrelerine (≥ 19) kıyasla daha düşük zon oluşturmuştur.

Phan ve diğ. (2019) tarafından üç farklı sarımsak genotipinin antimikrobiyal etkisinin kıyaslandığı bir çalışmada, *B. cereus* 21,7-21,9 mm; *L. monocytogenes* 32,9-33,9 mm; *S. aureus* 18,9-24,8 mm ve *E. coli* 15,8-16,9 mm inhibisyon zonu oluşturmuştur. Çalışmamızda *B. cereus* bakterisine en yakın zon değerini veren Balıkesir sarımsağı (21,32 mm), *E. coli* bakterine en yakın zon değerini veren ise Antep sarımsağı (15,08 mm) olmuştur. *L. monocytogenes* ise bu çalışmaya kıyasla düşük zon çapı (13,23-14,13 mm) oluştururken; *S. aureus* ise daha yüksek zon çapı (23,87-30,05 mm) oluşturmuştur.

Sarımsağın sulu ekstresinin agar kuyucuk yöntemi ile antimikrobiyal özelliğinin belirlendiği bir çalışmada; *B. cereus, E. coli, S. aureus* ve *S. Typhi* bakterilerinin inhibisyon zon değerleri belirlenmiş ve bu değerler sırasıyla; 28, 19, 34 ve 21 mm olarak ölçülmüştür (Chand, 2021). Çalışmamızda yer alan S. *Typhi* (13-16 mm) ve *B. cereus* (15-21 mm)'a kıyasla bu zon değerleri daha yüksektir. *E. coli* için Balıkesir sarımsağının zon değeri (19,21 mm) aynıdır. *S. aureus* için Kastamonu sarımsağı ise (30,05 mm) yakın zon değerine sahiptir.

Çizelge 4.6: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin test bakterileri üzerinde belirlenmiş zon değerleri (mm).

Bakteriler	Antep	Balıkesir	Kastamonu
E. coli	15,16±1,16^{a}	14,69±0,53^{a}	13,61±0,62^{a}
S. Typhi	24,09±0,40^{a}	17,39±1,65^{b}	13,09±0,78^{c}
S. Enteritidis	12,77±0,17^{b}	15,86±0,49^{a}	13,02±0,50^{b}
E. coli O157:H7	16,19±0,13^{a}	18,68±2,39^{a}	15,05±2,12^{a}
S. aureus	21,20±1,20^{c}	26,69±1,06^{a}	24,18±0,51^{b}
B. cereus	15,06±1,19^{a}	11,16±0,15^{b}	16,71±1,97^{a}
L. monocytogenes	14,95±0,93^{a}	16,05±1,12^{a}	14,92±0,87^{a}
E. faecalis	19,61±1,28^{a}	17,42±2,16^{ab}	14,01±0,50^{b}

Küçük harfler bakteriler arası istatistiki olarak farklılığı göstermektedir ($p \leq 0,05$).
İstatistiksel analizler, 3 sarımsak genotipi için tek bir bakteri bazında yapılmıştır.

Çizelge 4.7: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin test mayaları üzerinde belirlenmiş zon değerleri (mm).

Mayalar	Antep	Balıkesir	Kastamonu
S. pombe	24,52±0,32^{ab}	26,00±0,98^{a}	23,16±0,93^{b}
S. cerevisiae	24,85±0,31^{a}	26,00±1,00^{a}	24,18±2,18^{a}

Küçük harfler bakteriler arası istatistiki olarak farklılığı göstermektedir (p≤0,05).
İstatistiksel analizler, 3 sarımsak genotipi için tek bir bakteri bazında yapılmıştır.

Çizelge 4.8: Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin zon çaplarına göre tanımlanması.

Bakteriler	Antep	Balıkesir	Kastamonu
E. coli	orta derecede duyarlı	dirençli	dirençli
S. Typhi	duyarlı	orta derecede duyarlı	dirençli
S. Enteritidis	dirençli	orta derecede duyarlı	dirençli
E. coli O157:H7	orta derecede duyarlı	orta derecede duyarlı	orta derecede duyarlı
S. aureus	duyarlı	duyarlı	duyarlı
B. cereus	orta derecede duyarlı	dirençli	orta derecede duyarlı
L. monocytogenes	dirençli	orta derecede duyarlı	dirençli
E. faecalis	duyarlı	orta derecede duyarlı	dirençli
Mayalar			
S. pombe	duyarlı	duyarlı	duyarlı
S. cerevisiae	duyarlı	duyarlı	duyarlı

Dirençli ≤ 14, Orta derecede duyarlı 15-18, Duyarlı ≥ 19 (NCCLS, 1991).

Çizelge 4.6 ve 4.8 incelendiğinde *S. aureus'*un tüm 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerine duyarlı olduğu, *S. Typhi* ve *E. faecalis* bakterisinin ise Antep sarımsağının metanol-su ekstresine duyarlı olduğu belirlenmiştir. Ayrıca *E. coli O157:H7, L. monocytogenes* ve *E. faecalisin* metanol-su ekstrelerinin hepsine direnç gösterdiği görülmüştür (NCCL, 1991).

Çizelge 4.7 incelendiğinde *S. pombe* ve *S. cerevisiae* 'nin tüm metanol-sulu sarımsak ekstrelerine duyarlı olduğu görülmüştür (NCCL, 1991). İki maya çeşidi de Balıkesir sarımsağına daha duyarlıdır.

Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının metanol-su ekstrelerinin *E. coli, E. coli* O157:H7 ve *L. monocytogonenes* bakterileri üzerinde meydana getirdiği zonlar kıyaslandığında istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$). Bu 3 farklı sarımsak genotipinin metanol-su ekstrelerinin *S. Typhi* ve *S. aureus* bakterileri üzerinde oluşturduğu zonların hepsi birbirinden istatistiksel olarak farklıdır. Ayrıca bu ekstrelerin *S. cerevisiae* mayası üzerinde oluşturduğu inhibisyon zonları arasında da istatiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır ($p<0,05$).

Sarımsak ve sarımsak gibi antimikrobiyel etkisi olan bazı bitkiler ile ilgili yapılan bir çalışmada, sarımsağın güçlü bir şekilde mikroorganizma gelişimini engellediğini

gözlenmiştir (Özkavalılı, 2010). Garba ve diğ. (2010) yaptıkları bir çalışmada, sarımsağın metanol-su ekstresinin *S. aureus* için zon değerini 19 mm, *E. coli* bakterisinin zon değerini ise 21 mm olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda *S. aureus* için belirlenen zon değerleri (21,20-26,69 mm) daha yüksek iken, *E. coli* için ölçülen zon değerleri (13,61-15,16 mm) daha düşüktür.

Balaji ve diğ. (2012) tarafından yapılan benzer bir çalışmada, sarımsağın metanol-su ekstresi için *S. aureus* bakterisi inhibisyon zonu oluşturmazken, *E. coli* bakterisi için zon değerini 14 mm olarak belirlenmiştir. Çalışmamızda sarımsağın metanol-su ekstresi için *S. aureus* bakterisi duyarlı (≥19) olarak tanımlanacak zon değerlerine sahiptir ve bu çalışmayla uyum göstermemektedir. *E. coli* bakterilerinin zon çapları ise bu çalışmadaki değerlere yakındır. Balıkesir sarımsağı 14,69 mm zon çapı ile bu çalışma ile aynı değere sahiptir. Balıkesir genotipi, mevcut çalışmadaki sarımsak ile *E. coli* üzerinde benzer etki göstermiştir.

Taze Taşköprü sarımsağı üzerinde yapılan bir çalışmada, sarımsak ekstrelerinin antimikrobiyal aktivitelerine ilişkin sonuçlara göre metanol ve distile su ekstreleri test mikroorganizmaları arasında yalnızca *S. aureus* üzerinde etkili olmuştur. *L. monocytogenes, E. faecalis, E. coli, S. Enteritidis ve S. cerevisiae* mikroorganizmaları üzerinde inhibisyon gözlenmemiştir ya da 8 mm'den daha küçük inhibisyon çaplarında antimikrobiyal aktivite bulunmadı olarak kabul edilmiştir. İnhibisyon gözlenen türler arasında Gram (+) türlerin, Gram (-) türlere kıyasla taze sarımsak ekstresilerine karşı daha hassas olduğu sonucuna varılmıştır (Karakaya ve diğ, 2020). Çalışmamızda *S. aureus, E. faecalis, E. coli, S. Enteritidis ve S. cerevisiae* mikroorganizmalarının tamamında zon oluşumu gözlenmiştir. Özellikle *S. aureus* (21,20-26,69 mm) ve *S. cerevisiae* (24,18-26 mm) üzerinde oldukça yüksek inhibisyon zonları oluşmuştur. Gram (+) bakteri türlerinin Gram (-) türlere kıyasla sarımsak ekstrelerine karşı daha duyarlı olmasına hücre duvar yapısındaki farklılığın sebep olduğu düşünülmektedir. Hücre duvarı yapısındaki polisakkarit ve lipit oranları başta allisin olmak üzere sarımsak bileşenlerinin geçirgenliği üzerinde etkilidir (Eja, 2007).

Farklı sarımsak genotiplerinin metanol-sulu ekstrelerinin antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, *B. cereus* 22,7-30 mm; *L. monocytogenes* 20,6-25 mm; *S. aureus* 27,3-34,3 mm ve *E. coli* 19,6-23.,9 mm inhibisyon zonu gözlenmiştir. Aynı çalışmada sarımsağın sulu ekstrelerinin de zon değerleri ölçülmüş ancak metanol-sulu ekstreler daha iyi sonuç vermiştir. Bunun nedeninin biyoaktif bileşiklerinin

ekstraksiyonda suya göre daha verimli olması olduğu bildirilmiştir (Phan ve diğ, 2019). Çalışmamızda *B. cereus* (11,16-16,71 mm), *L. monocytogenes* (14,92-16,05 mm) ve *E. coli* (13,61-15,16) daha düşük inhibisyon zonu oluşturmuştur. *S. aureus* bakterisi için ise Balıkesir sarımsağı (26,69 mm) yakın bir zon değeri göstermiştir. Balıkesir sarımsağı, bu çalışmada kullanılan sarımsak genotipi için özellikle *S. aureus* üzerinde benzer etki sergilemiştir.

Metanollü sarımsak ekstrelerinin test mikroorganizmaları üzerindeki antimikrobiyal etkisi ile ilgili yapılan ve mevcut tez çalışmasıyla uyum göstermeyen bir çalışmada; *S. aureus* ve *E. coli* bakterilerinde zon oluşumu gözlenmezken, *B. cereus* 8,33 mm inhibisyon zonu vermiştir (Chand, 2021). Çalışmamızda her bir bakteri için zon oluşumu gözlenirken *B. cereus* (11,16-16,71 mm) bu çalışmaya kıyasla daha yüksek inhibisyon zonu oluşturmuştur. Tez çalışmamızda kullanılan genotiplerin metanol-sulu ekstrelerinin bu çalışmaya kıyasla daha etkin antimikrobiyal etkiye sahip olduğu söylenebilir.

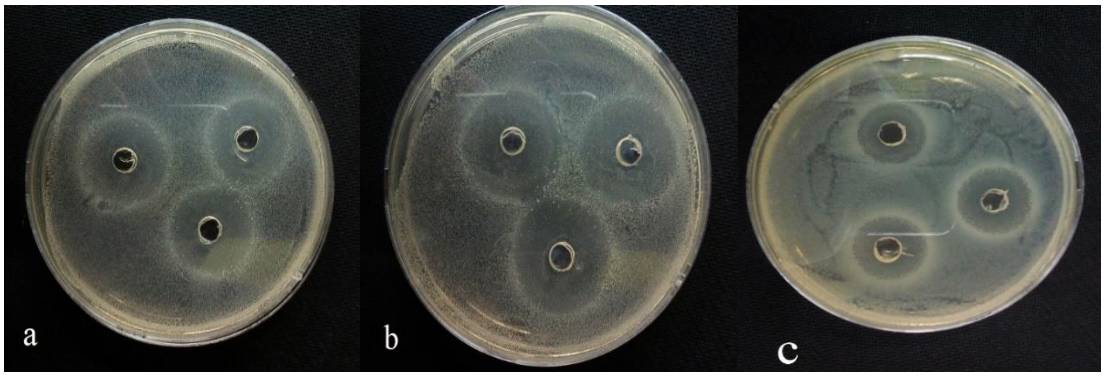
Sulu ve metanol-sulu sarımsak ekstrelerinin antimikrobiyal etkilerinin araştırıldığı bir çalışmada, her ekstrenin antimikrobiyal etkisinde farklılıklar olduğu gözlenmiş ve sulu özlerin, metanolik özlerden daha etkili olduğu belirtilmiştir. Sarımsağın sulu ekstresi *E. coli* için 13,4 mm, *S. aureus* için 15,8 mm ve *S. Typhi* için 20.5 mm zon değeri verirken; metanol-sulu ekstresinin *E. coli* için 7,5 mm, *S. aureus* için 9 mm ve *S. Typhi* için 6,3 mm zon çapına sahip olduğu bildirilmiştir (Ismail ve diğ, 2020). Çalışmamızdaki sulu sarımsak ekstreleri *E. coli* için 14,57-19,21 mm aralığında zon vermiştir. *S. aureus* bakterisi 23,87-30,05 mm inhibisyon zonu ile bu çalışmaya kıyasla oldukça yüksektir. *S. Typhi* bakterisi ise 13,58-16,24 mm zon değerleri ile bu çalışmaya kıyasla daha düşüktür. Yapılan tez çalışmasındaki metanol-sulu sarımsak ekstreleri *E. coli* için 13,61-15,16 mm zon değeri ile; *S. aureus* için 21,20-26,69 mm zon değeri ve *S. Typhi* için 13,09-24,09 mm zon değeri vererek bu çalışmayla benzerlik göstermemektedir.

Ankri ve diğ. (1999) yaptıkları çalışmalarda sarımsağın sulu ve alkollü özütlerinin Gram (+) ve Gram (-) bakterilere karşı geniş antibakteriyel spektrum sergilediğini bildirmişlerdir. Yapılan tez çalışmasında sarımsağın hem sulu hem metanol-su ekstrelerinin *E. coli, S. Typhi, S. Enteritidis, E. coli 0157:H7, S. aureus, B. cereus, L. monocytogenes, E. faecalis* bakterilerinin ve *S. pombe, S. cerevisiae* mayalarının

çoğalmasını engellediği belirlenmiştir. Her iki sarımsak ekstresi de bakterilerde ve mayalarda farklı konsantrasyonlarda üremeyi yavaşlatmış ya da durdurmuşlardır.

Çevresel ve genetik faktörlerin sarımsağın kimyasal içeriğine etkisinin araştırıldığı bir çalışmada, Beato ve diğ. (2011), sarımsakta bulunan toplam fenolik madde miktarını incelemek amacıyla İspanya'nın dört ayrı bölgesinden farklı sarımsak kültür bitkisi toplamışlardır. Toplam fenolik madde analizinde Folin-Ciocalteu reaktifi yöntemi kullanılmıştır. Ürünlerin toplam fenolik içeriğinin 3,4 mg GAE/g ile 10,8 mg GAE/g arasında değiştiği bildirilmiştir. Bu araştırma ile çevresel faktörlerin fenolik içerik üzerinde önemli ölçüde bir değişim yaratmadığını, genetik faktörlerin ise fenolik madde içeriğini önemli derecede etkilediğini vurgulamışlardır. Bitkilerin yetiştikleri ortamdaki dış etkenler ve iç etkenler bitkilerin kimyasal içeriklerinin oluşumunda etkin olduğu ifade edilmiştir (Tomás-Barberán ve Espín, 2001).

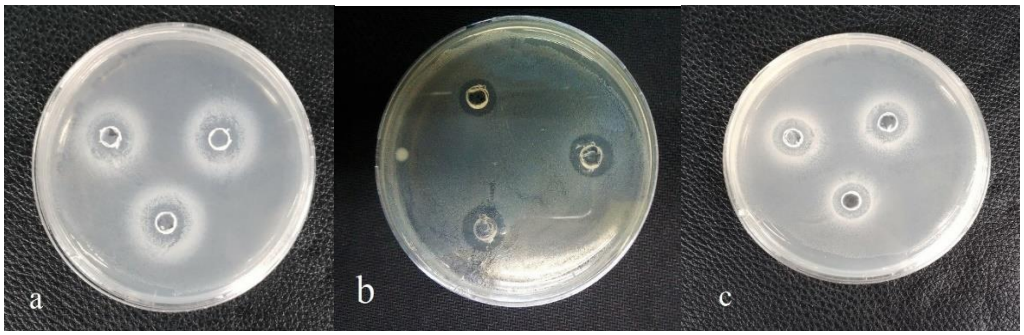
Çizelge 4.6'daki test bakterilerine ait zon çapları incelendiğinde Antep sarımsağının 1:1 metanol-su (v/v) ekstresi için en yüksek zon değerleri sırasıyla *S. Typhi, S. aureus* ve *E. faecalis* bakterilerinde; Balıkesir sarımsağı için *S. aureus, E. coli* ve *S. Typhi* bakterilerinde; Kastamonu sarımsağı için *S. aureus* bakterisinde oluşmuştur. Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin zon değerleri incelendiğinde en yüksek zon değerine sahip bakteri *S. aureus* olmuştur. Kastamonu, Balıkesir ve Antep sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin *S. aureus* üzerinde oluşturduğu zonlara ait görseller Şekil 4.5'te verilmiştir.



Şekil 4.5: Kastamonu (a), Balıkesir (b) ve Antep (c) sarımsaklarının 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin *S.aureus* üzerinde belirlenmiş inhibisyon zon çapları (mm).

Çizelge 4.3'te Antep, Balıkesir ve Kastamonu sarımsaklarının sulu ekstreleri için en yüksek zon değerleri *S. aureus* bakterisinde görülmüştür. En dirençli bakteriler ise Antep sarımsağı için *S. Typhi* ve *L. monocytogenes*; Balıkesir sarımsağı için *L. monocytogenes* ve Kastamonu sarımsağı için *S. Typhi, E. coli O157:H7* ve *L.*

monocytogenes olmuştur. Kastamonu, Balıkesir ve Antep sarımsaklarının sulu ekstrelerinin *L. Monocytogenes* üzerinde oluşturduğu zonlara ait görseller Şekil 4.6'da verilmiştir.



Şekil 4.6: Kastamonu (a), Balıkesir (b) ve Antep (c) sarımsaklarının sulu ekstrelerinin *L.monocytogenes* üzerinde belirlenmiş inhibisyon zon çapları (mm).

5.SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada Kastamonu, Balıkesir ve Antep sarımsaklarının sulu ve 1:1 metanol-su (v/v) ekstrelerinin antimikrobiyal etkinlikleri çeşitli bakteri ve mayalar üzerinde denenmiştir. Buna göre;

- Test edilen bakteriler arasında *S. aureus*'un, çalışmada kullanılan genotiplerin tüm ekstrelerine (su ve metanol:su) duyarlı olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan *L. monocytogenes*'in ise uygulanan tüm ekstrelere dirençli olduğu tespit edilmiştir.
- Çalışmada uygulanan tüm ekstrelerin, araştırmadaki test mayaları üzerinde antifungal etki gösterdiği saptanmıştır. Sarımsak genotiplerinin antifungal aktiviteleri kıyalaslandığında ise; Balıkesir genotipinin mayalar üzerinde daha etkili olduğu saptanmıştır. Bu yönüyle Balıkesir genotipinin sulu ve metanol-sulu ekstrelerinin kimyasal profilinin belirlenmesi önerilmektedir. Bu yönüyle literatüre büyük katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca ilerleyen çalışmalarda, farklı maya türleri üzerindeki etkilerinin de kıyaslanması önem arz etmektedir.
- Antep sarımsağının sulu ekstresine karşı *S. Typhi, S. Enteritidis* ve *L. monocytogenes* dirençli*; E. coli, E. coli O157:H7* ve *B. cereus* orta derecede duyarlı; *S. aureus* ve *E. faecalis* ise duyarlı özellik göstermiştir.
  Balıkesir sarımsağının sulu ekstresi için ise L. *monocytogenes* ve *E. faecalis* dirençli; *S. Typhi, S. Enteritidis* ve *E. coli O157:H7* orta derecede duyarlı; *E. coli, S. aureus* ve *B. cereus* ise duyarlı özellik sergilemiştir.
- Kastamonu sarımsağının sulu ekstresi için *E. coli, S. Typhi, E. coli O157:H7* ve *L. monocytogenes* dirençli; *S. Enteritidis, B. cereus* ve *E. faecalis* orta derecede duyarlı; *S. aureus* ise duyarlı olduğu belirlenmiştir.
- Antep sarımsağının metanol-sulu ekstresi için *S. Enteritidis* ve *L. monocytogenes* dirençli; *E. coli, E. coli O157:H7* ve *B. cereus* orta derecede

duyarlı; *S. Typhi, S. aureus* ve *E. faecalis'*in duyarlılık sergilediği tespit edilmiştir.

- Balıkesir sarımsağının metanol-sulu ekstresi için *E. coli* ve *B. cereus* dirençli; *S. Typhi, S. Enteritidis, E. coli O157:H7, L. monocytogenes* ve *E. faecalis* orta derecede duyarlı; *S. aureus*'un ise duyarlı olduğu saptanmıştır.
- Kastamonu sarımsağının metanol-sulu ekstresi için *E. coli, S. Typhi, S. Enteritidis, L. monocytogenes* ve *E. faecalis* dirençli; *E. coli O157:H7* ve *B. cereus* orta derecede duyarlı; *S. aureus* ise duyarlı olarak kaydedilmiştir.
- Sarımsakların sulu ekstrelerinin MİK ve MBK/MFK değerleri incelendiğinde; her üç genotipe ait sulu ekstrelerin denemede yer alan Gram (-) bakterilerde Gram (+) bakterilere göre daha düşük MİK değerlerine sahip olduğu (*S.aureus* hariç), dolayısıyla daha düşük dozlarda durdurucu etki gösterdiği belirlenmiştir. Test edilen tüm Gram (-) bakteriler üzerinde antibakteriyal etki sırasının Kastamonu>Antep>Balıkesir genotipi olduğu belirlenmiştir. Diğer taraftan Gram (+) bakteriler arasında *S. aures*'un Antep ve Balıkesir sarımsaklarında en düşük MİK değeri (6,25 mg/mL) göstermesi dikkat çekicidir. Kastamonu genotipinde ise *B. cereus*'un 25 mg/mL tespit edilen MİK değeri ile en duyarlı bakteri olduğu tespit edilmiştir.
- Sulu ekstrelerin antifungal etkileri incelendiğinde; Balıkesir genotipinin her iki test mayası üzerinde çok düşük dozlarda durdurucu etki göstermesi çalışmada elde edilen en önemli sonuç olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca diğer iki genotipin de sulu ekstrelerinin mayalar üzerinde aynı MİK ve MBK değeri ile benzer antifungal etki gösterdiği belirlenmiştir.
- Metanol:su ekstrelerinin MİK ve MBK/MFK değerleri dikkate alınarak sonuçlar yorumlandığında; sulu ektstrelerde olduğu gibi Gram (-) bakterilerin Gram (+) bakterilere göre daha duyarlı olduğu, ancak Gram (+)'lerden *S. aures* üzerinde Kastamonu genotipinin metanol:su ekstresinin bu genelleme dışında kaldığı görülmektdir. Bu yönüyle ekstrelerin kimyasal kompozisyonunun belirlenmesinin, açığa çıkan sonuçları yorumlama ve nedenlerini açıklamada önemli katkı sağlayacağı son derece açıktır.
- Balıkesir genotipinin metanol: su ektresinin Gram (+) bakterilere karşı diğer iki genotipe kıyasla daha etkili olduğu, ayrıca Kastamonu ve Antep genotiplerinin aynı düzeyde antibakteriyal özellik gösterdiği gözlenmiştir.

- Balıkesir genotipinin metanol:su ekstresi, sulu ekstreyle benzerlik göstererek test mayaları üzerinde oldukça güçlü engelleyici etki göstermiştir. Ayrıca iki maya çeşidi arasından *S. cerevisae*'nın diğerine kıyasla test edilen tüm genotip metanol:su ekstrelerine daha duyarlı olduğu saptanmıştır.

Bu çalışmada temin edilen farklı sarımsak genotiplerinin aynı toprak ve çevre koşullarında (aynı tarlada) yetiştirildiği dikkate alınırsa, her bir genotipe ait sulu ya da metanol:sulu ekstrelerinin, aynı mikroorganizma üzerinde fenotipler arasında farklı antimikrobiyal aktivite göstermesi ekstrelerin kimyasal profil farklılıkları ile açıklanabilir. Bu farklılıkların nedenlerinin belirlenmesi için gelecek çalışmalarda kimyasal profil analizinin yapılması kaçınılmazdır. Ayrıca her bir ekstrenin mikroorganizmalar üzerindeki etki mekanizmalarının incelenmesi sonuçların detaylı olarak açıklanmasına katkı sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

Abubakar, E.-M. M. (2009). Efficacy of crude extracts of Garlic (Allium sativum Linn.) against nosocomial Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Streptococcus pneumoniea and Pseudomonas aeruginosa. *Journal of Medicinal Plants Research, 3*(4), 179-185.

Abdel-Hafeez, E.H.; Ahmad, A.K.; Kamal, A.M.; Abdellatif, M.Z.; Abdelgelil, N.H. (2015). In vivo antiprotozoan effects of garlic (Allium sativum) and ginger (Zingiber officinale) extracts on experimentally infected mice with Blastocystis spp. *Parasitol. Res., 114*(9), 3439–3444.

Adetumbi, M. A., & Lau, B. H. (1983). Allium sativum (garlic)-A natural antibiotic. *Medical hypotheses, 12*(3), 227-237.

Akan, S. (2014). Siyah sarımsak. *Gıda, 39*(6), 363-370.

Akan, S. (2019). Evaluation and comparison of some parameters in four garlic varieties. *Journal of the Institute of Science and Technology, 9*(4): 1866-1875.

Akan, S., & Halloran, N. (2012). Hasat öncesi ve hasat sonrası uygulamaların sarımsakta depo ömrü ve kaliteye etkisi. *Gıda Dergisi*, *37*(4), 227-234.

Akan, S., Horzum, Ö., & Tuna Güneş, N. (2019). Taze sarımsak (Allium sativum L.) başlarının modifiye atmosferli paketlerde depolanma performansı. *Uluslararası Avrasya Doğal Beslenme ve Sağlıklı Yaşam Zirvesi*, 2-6 Ekim, Ankara, *1*, 424-432.

Alide, T., Wangila, P., & Kiprop, A. (2020). Effect of cooking temperature and time on total phenolic content, total flavonoid content and total in vitro antioxidant activity of garlic. *BMC Research Notes, 13*(1), 1-7.

Alkreathy, H. M. (2020). Potential Anticancer Effects of Aged Garlic Extract and its Water-soluble Organosulfur Compounds. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 108-121.

Ankri, S., & Mirelman, D. (1999). Antimicrobial properties of allicin from garlic. *Microbes and Infection 1*(2), 125-129.

Ansary, J., Forbes-Hernández, T. Y., Gil, E., Cianciosi, D., Zhang, J., Elexpuru-Zabaleta, M., ... & Battino, M. (2020). Potential health benefit of garlic based on human intervention studies: A brief overview. *Antioxidants, 9*(7), 619.

Anzali, S., Mederski, W., Osswald, M., & Dorsch, D. (1998). 1.Endothelin antagonists:Search for surrogates of methylendioxyphenyl by means of

a Kohonen neural network. *Bioorganic & medicinal chemistry letters*, *8*(1), 11-16.

Arora, D., & Kaur, J. (1999). Antimicrobial activity of spices. *International journal of antimicrobial agents*, *12*(3), 257-262.

Artık, N., & Poyrazoğlu, E. (1994). Kastamonu Sarımsağının Bileşim Unsurları ve Sarımsak Ürünleri Üretimi Üzerine Araştırma (basılmamış). *Ankara Üniversitesi Ziraat Fakültesi, Ankara*.

Aslan, R. (2019). Gelenekten Günümüze Tıbbi ve Aromatik Bitkiler, *Ayrıntı Dergisi, 7(73), 65.*

Ashfaq, F., Ali, Q., Haider, M. A., Hafeez, M. M., & Malik, A. (2021). Therapeutic activities of garlic constituent phytochemicals. *Biological and Clinical Sciences Research Journal*, *2021*(1), e007-e007.

Ayaz, E., & Alpsoy, H. C. (2007). Sarımsak (Allium sativum) ve geleneksel tedavide kullanımı. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, *31*(2), 145-149.

Badal, D.S.; Dwivedi, A.K.; Kumar, V.; Singh, S.; Prakash, A.; Verma, S.; Kumar, J. (2019). Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth, yield and its attributing traits in garlic (Allium sativum L.). *J. Pharmacogn. Phytochem., 8*(19), 587–590.

Bagamboula, C. F., Uyttendaele, M., & Debevere, J. (2004). Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and p-cymene towards Shigella sonnei and S. flexneri. *Food microbiology*, *21*(1), 33-42.

Bakht J, Muhammad T, Ali H, Islam A, Shafi M. (2011). Effect of different solvent extracted sample of Allium sativum (Linn) on bacteria and fungi. *African Journal of Biotechnology. 10*(31), 5910-5915.

Bakri, I.M., & Douglas, C.W.I. (2005). Inhibitory effect of garlic extract on oral bacteria. *Archives of oral biology*, *50*(7), 645-651.

Barker, A. V. (2019). Natural Products from Plants, *HortScience*, *43*(2), 581b-582.

Bayan, L., Koulivand, P., & Gorji, A. (2014). Garlic: a review of potential therapeutic effects. *Avicenna journal of phytomedicine*, *4*(1), 1.

Baytop, T. (1999). *Türkiye'de Bitkilerle Tedavi*. İstanbul: Nobel Tıp Kitapevleri Yayını.

Beato , V., Orgaz , F., Mansilla , F., & Montano, A. (2011). Changes in Phenolic Compounds in Garlic (Allium sativum L.) Owing to the Cultivar and location of growth. *Plant foods for human nutrition*, *66*(3), 218-223.

Benkeblia, N. (2004). Antimicrobial activity of essential oil extracts of various onions (Allium cepa) and garlic (Allium sativum). *LWT-food science and technology*, *37*(2), 263-268.

Berthold, H. K., Sudhop, T., & Bergmann, K. (1998) Effect of a garlic oil preparation on serum lipoproteins and cholesterol metabolism: a randomized controlled trial. *Jama*, *279*(23), 1900-1902.

Bilal, M., Nasir, I., Tabassum, B., Akrem, A., Ahmad, A., and Ali, Q. (2020). Cytotoxicity and in-vitro antiviral activity of lectin from Crocus vernus

l. against potato virus Y. Applied Ecology and Environmental Research, 18(1), 1301-1315.

Bílikova, K., Huang, S., Lin, I., Šimuth, J., & Peng, C. (2015). Structure and antimicrobial activity relationship of royalisin, an antimicrobial peptide from royal jelly of Apis mellifera. *Peptides, 68*(1), 190-196.

Block, Eric (2010). *Garlic and Other Alliums: The Lore and the Science*. Royal Society of Chemistry. Cambridge: RSC publishing.

Bradley, J.M.; Organ, C.L.; Lefer, D.J. (2016). Garlic-derived organic polysulfides and myocardial protection. *J. Nutr., 146*(2), 403S–409S.

Bozin, B., Mimica-Dukic, N., Samojlik, I., Goran, A., & Igic, R. (2008). Phenolics as antioxidants in garlic (Allium sativum L., Alliaceae). *Food Chemistry, 111*(4), 925-929.

Brändle, M., Al Makdessi, S., Weber, R., Dietz, K., & Jacob, R. (1997). Prolongation of life span in hypertensive rats by dietary interventions. Effects of garlic and linseed oil. *Basic research in cardiology, 92*(4), 223-232.

Cardelle-Cobas, A., Soria, A., Corzo, N., & Villamiel, M. (2010). *A Comprehensive Survey of Garlic Functionality.* New York: Nova Science Publishers.

Cavallito, C.J., & Bailey, J.H. (1944). Allicin, the antibacterial principle of Allium sativum. I. Isolation, physical properties and antibacterial action. . *Journal of the American Chemical Society, 66*(11), 1950-1951.

Cellini, L., Di Campli, E., Masulli, M., Di Bartolomeo, S., & Allocati, N. (1996). Inhibition of Helicobacter pylori by garlic extract (Allium sativum). *FEMS Immunol Medical Microbiology, 13*(4), 273-277.

Ceylan, A. (1995). Tıbbi Bitkiler I. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları*, (312), 140.

Chand, B. (2021). Antibacterial effect of garlic (allium sativum) and ginger (zingiber officinale) against staphylococcus aureus, salmonella typhi, escherichia coli and bacillus cereus. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences, 2*(4), 2481-2491.

Chattopadhyay, D., and Naik, T.N. (2007). Antivirals of ethnomedicinal origin: structure-activity relationship and scope. *Mini reviews in medicinal chemistry,* 7(3), 275-301.

Chen, C., Liu, C., Cai, J., Zhang, W., Qi, W., Wang, Z., & Yang, Y. (2018). Broad-spectrum antimicrobial activity, chemical composition and mechanism of action of garlic (Allium sativum) extracts. *Food Control, 86*(1), 117-125.

Chu YL, Raghu R, Lu KH, Liu CT, Lin SH, Lai YS, Cheng WC, Lin SH, Sheen LY (2013). Autophagy therapeutic potential of garlic in human cancer therapy. J Tradit Complement Med *3*(3), 159-62.

Çoban, T., Çitoğlu, G., Sever, B., & İşcan, M. (2003). Antioxidant activities of plants used in traditional medicine in Turkey. *Pharmaceutical biology, 41*(8), 608-613.

Davis, P.H. (1984). Flora of Turkey and the East Aegean Islands, 167-68. *Univ. Press, Edinburgh*.

De Greef, D., Barton, E. M., Sandberg, E. N., Croley, C. R., Pumarol, J., Wong, T. L., ... & Bishayee, A. (2020). Anticancer potential of garlic and its bioactive constituents: A systematic and comprehensive review. In *Seminars in Cancer Biology*. Academic Press.

Deresse D. (2010). Antibacterial Effect of Garlic ("Allium sativum") on" Staphylococcu aureus": An" in vitro" Study. *Asian Journal of Medical Sciences, 2(*2), 62–65.

Doğuç, S. (2007). *Allium sativum L.'nin antibakteriyal aktivitesi* (Doktora tezi). Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Durairaj, S., Srinivasan, S., & Lakshmanaperumalsamy, P. (2009). In vitro Antibacterial Activity and Stability of Garlic Extract at Different pH and Temperature. *Electronic Journal of Biology, 5(1)*, 5-10.

Durak, A., Öztürk, H. S., Olcay, E., & Guven, C. (2002). Effects of garlic extract supplementation on blood lipid and antioxidant parameters and atherosclerotic plaque formation process in cholesterol-fed rabbits. *Journal of Herbal Medicine*, *2*(2), 19-32.

Eja, M.E., Asikong, B. E., Abriba, C., Arikpo, G. E., Anwan, E. E., & Enyi-Idoh, K. H. (2007). A Comparative Assessment of the Antimicrobial Effects of Garlic (Allium sativum) and Antibiotics on Diarrheagenic Organisms. . *The Southeast Asian Journal of Tropical Medicine and Public Health*, *38*(2), 343-348.

El-Khateib, T., & El-Rahman, H. A. (1987). Effect of garlic and Lactobacillus plantarum on growth of Salmonella typhimurium in Egyptian fresh sausage and beefburger. *Journal of food protection*, *50*(4), 310-311.

El-Khateib, T., Ahmed, S., & Makboul, M. (1989). Trials for increasing keeping quality of Egyptian minced meat Kofta and Kapab by spices and extracts. In *35. International Congress of Meat Science and Technology*, Copenhagen, Denmark: August 20-25.

Elnima, E., Ahmed, S., Mekkawi, A., & Mossa, J. (1983). The antimicrobial activity of garlic and onion extracts. *Die Pharmazie*, *38*(11), 747-748.

El-Saber Batiha, G., Magdy Beshbishy, A., G Wasef, L., Elewa, Y. H., A Al-Sagan, A., El-Hack, A., & Prasad Devkota, H. (2020). Chemical constituents and pharmacological activities of garlic (Allium sativum L.): A review. *Nutrients*, *12*(3), 872.

Ensminger, W. (1994). *Foods and nutrition encyclopedia.* New York: CRC Press.

Evren, M., Apan, M., Albayram, C., Programı, O. M. Ü. T. M. Y. O., Terme, S., & Anabilim Dalı, S. (2006). Sarımsağın antimikrobiyel özellikleri. *Türkiye*, *9*, 24-26.

FAO. (2017). *Dünya Sarımsak Üretimi. Food and Agriculture Organization of the United Nations*, http://www.fao.org/faostat/en/#compare.

FAOSTAT. (2018). *FAO-STAT [WWW Document]. URL*. http://www.fao. org/faostat/en/#home.

FAOSTAT. (2019). *Food supply-crops primary equivalent and crop production*., http://www.faostat.fao.org.

FAOSTAT. (2020). *Garlic production in 2018: Crops/World Regions/Production Quantity (from pick lists),* http://www.faostat.fao.org. (2 Temmuz 2020).

Farhat, Z., Hershberger, P. A., Freudenheim, J. L., Mammen, M. J., Blair, R. H., Aga, D. S., & Mu, L. (2021). Types of garlic and their anticancer and antioxidant activity: a review of the epidemiologic and experimental evidence. *European Journal of Nutrition*, *20(*21*)*, 1-25.

Faroughi, F.; Mohammad-Alizadeh Charandabi, S.; Javadzadeh, Y.; Mirghafourvand, M. (2018). Effects of garlic pill on blood glucose level in borderline gestational diabetes mellitus: A triple blind, randomized clinical trial. *Iran. Red. Crescent Med. J.*, *20*(7), 165-170.

Feng, Y., Xu, B., Yagoub, A. E. A., Ma, H., Sun, Y., Xu, X., ... & Zhou, C. (2021). Role of drying techniques on physical, rehydration, flavor, bioactive compounds and antioxidant characteristics of garlic. *Food Chemistry*, *343*, 128404.

Fleischauer, A. T., Poole, C., & Arab, L. (2000). Garlic consumption and cancer prevention: meta-analyses of colorectal and stomach cancers. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *72*(4), 1047-1052.

Florinda, F., Riccardo, R., Patrizia, S., Neve, O. M., Autilia, C., Patrizio, T., ... Filomena, N. (2016). Biochemical characterization and antimicrobial and antifungal activity of two endemic varieties of garlic (Allium sativum L.) of the Campania region, *Southern Italy. Journal of Medicinal Food, 19*(7), 686–691.

Fritsch, R., & Friesen, N. (2002). Evolution, domestication and taxonomy. In: Rabinowitch HD, Currah L. eds. *Allium crop science: recent advances. Wallingford,* UK: CABI Publishing, 5–30.

Focke, M., Feld, A., & Lichtenthaler, H. K. (1990). Allicin, a naturally occurring antibiotic from garlic, specifically inhibits acetyl-CoA synthetase. *FEBS letters*, *261*(1), 106-108.

Fufa, B. K. (2019). Anti-bacterial and anti-fungal properties of garlic extract (Allium sativum): A review. *Microbiology Research Journal International*, *28*(3), 1-5.

Gao, Y., Xie, J., & Piao, Y. (1993). Ultrastructural observation of intratumoral neutrophils and macrophages induced by garlic oil. *Chinese journal of integrated traditional and Western medicine*, *13*(9), 546-8.

Garba, I., Umar, A. I., Abdulrahman, A. B., Tijjani, M. B., Aliyu, M. S., Zango, U. U., & Muhammad, A. (2013). Phytochemical and antibacterial properties of garlic extracts. *Bayero Journal of Pure and Applied Sciences*, *6*(2), 45-48.

Genç, S. (2017). Sarımsağın tarihçesi, türleri ve sarımsak ürünleri. *TKDK, Kırsal Kalkınma,*7.

Goncalves, S., Romano, A. (2016). The medicinal potential of plants from genus Plantago (Plantaginaceae). *Industrial Crops and Products*, *83*(1), 213-226.

Gonzalez-Fandos, E., Sierra, M. L., Garcia-Lopez, M. L., Otero, A., & Sanz, J. (1996). Effect of the major herbs and spices in Spanish fermented sausages on Staphylococcus aureus and lactic acid bacteria. *Archiv für Lebensmittelhygiene*, *47*(2), 43-47.

Göktaş, Ö., Gıdık, B. (2019). Tıbbi ve aromatik bitkilerin kullanım alanları. *Bayburt Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi, 2(1),* 145-151.

Gull I, Saeed M, Shaukat H, Aslam SM, Samra ZQ, Athar AM. (2012). Inhibitory effect of Allium sativum and Zingiber officinale extracts on clinically important drug resistant pathogenic bacteria. *Annals of clinical microbiology and antimicrobials, 11*(1), 1.

Günaydın, Ö. (2011). *Sarımsakta (Allium sativum L.) düşük sıcaklıkta depolama uygulamasından farklı etkilenen aday genlerin cDNA-AFLP yöntemi ile belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa.

Hacıseferoğulları, H., Özcan, M., Demir, F., & Çalışır, S. (2005). Some nutritional and tecnological properties of garlic (Allium Sativum L.). *Journal of food engineering*, *68*(4), 463-469.

Harris, J., Cottrell, S., Plummer, S., & Lloyd, D. (2001). Antimicrobial properties of Allium sativum (garlic). *Applied microbiology and biotechnology*, *57*(3), 282-286.

Hassouna, I.; Ibrahim, H.; Gaffar, F.A.; El-Elaimy, I.; Latif, H.A. (2015). Simultaneous administration of hesperidin or garlic oil modulates diazinon-induced hemato- and immunotoxicity in rats. *Immunopharmacol. Immunotoxicol.*, *37*(5), 442–449.

Hefnawy, Y., Moustafa, S., & Marth, E. (1993). Sensitivity of Listeria monocytogenes to selected spices. *Journal of food protection*, *56*(10), 876-878.

Horev-Azaria, L., Eliav, S., Izigov, N., Pri-Chen, S., Mirelman, D., Miron, T., ... & Savion, N. (2009). Allicin up-regulates cellular glutathione level in vascular endothelial cells. *European journal of nutrition*, *48*(2), 67-74.

Hussein HM, Hameed IH, Ibraheem OA. (2016). Antimicrobial Activity and spectral chemical analysis of methanolic leaves extract of Adiantum Capillus-Veneris using GC-MS and FT-IR spectroscopy. *International Journal of Pharmacognosy and Phytochemical Research, 8*(3), 369-385.

Iberl, B., Winkler, G., & Knobloch, K. (1990). Products of allisin transformation: ajoenes and dithiins characterization and their deteren düsükation by HPLC. *Planta Medical*, *56*(02), 202-211.

Ipek, M., Ipek, A., & Simon, P. (2003). Comparison of AFLPs, RAPD markers, and isozymes for diversity assessment of garlic and detection of putative duplicates in germplasm collections. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, *128*(2), 2546-252.

Ismail, R. M., Saleh, A. H. A., & Ali, K. S. (2020). GC-MS analysis and antibacterial activity of garlic extract with antibiotic. *J. Med. Plants Stud*, *8*(1), 26-30.

Jang, H. J., Lee, H. J., Yoon, D. K., Ji, D. S., Kim, J. H., & Lee, C. H. (2018). Antioxidant and antimicrobial activities of fresh garlic and aged garlic by-products extracted with different solvents. *Food science and biotechnology*, *27*(1), 219-225.

Kadhim MJ. (2016). In Vitro antifungal potential of Acinetobacter baumannii and determination of its chemical composition by gas chromatography-mass spectrometry. *Der Pharma Chemica, 8*(19), 657-665.

Kallel, F., Driss, D., Chaari, F., Belghith, L., Bouaziz, F., Ghorbel, R., & Chaabouni, S. (2014). Garlic (Allium sativum L.) husk waste as a potential source of phenolic compounds: Influence of extracting solvents on its antimicrobial and antioxidant properties. *Industrial Crops and Products, 62*(1), 34-41.

Kang, O.J. (2016). Evaluation of melanoidins formed from black garlic after different thermal processing steps. *Preventive Nutrition and Food Science, 21*(4), 398-405.

Karakaya, H., Öztürk, F., & Yılmaztekin, M. (2020). Taze ve Olgunlaştırılmış Taşköprü Sarımsağından (Allium sativum L.) Farklı Çözücüler Kullanılarak Elde Edilen Ekstraktların Antimikrobiyal Aktivitelerinin Karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi, 10*(3), 762-770.

Karasaki, Y., Tsukamoto, S., Mizusak, K., Sugiur, T., & Gotoh, S. (2001). A garlic lectin exerted an antitumor activity and induced apoptosis in human tumor cells. *Food Research International, 34*(1), 7-13.

Karwowska, W., Świderski, F., & Waszkiewicz-robak, B. (2007). Characteristics of biocide properties of garlic and its products. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences, 57*(3), 59–62.

Kaynaş, K., & Türkeş, T. (1991). *Bazı sarımsak çeşitlerinin hasat sonrası fizyolojisi üzerinde araştırmalar.* Sonuç raporu (basılmamış), 44 s., *Atatürk Bahçe Kültürleri Merkez Araştırma Enstitüsü, Yalova.*

Kazakova, A. A., & Starokozhev, S. I. (1973). The keeping quality of garlic varieities in relation to their place of origin. *Trudy Po Prikladnoi Botanika, Genetike Seletsii, 49*(2), 156-161.

Kemper, K.J. (2000). http://www.mcp.edu/herbal/default.ht

Khatua, T.N.; Borkar, R.M.; Mohammed, S.A.; Dinda, A.K.; Srinivas, R.; Banerjee, S.K. (2017). Novel sulfur metabolites of garlic attenuate cardiac hypertrophy and remodeling through induction of Na^+/K^+-ATPase expression. *Front. Pharmacol, 8*, 18.

Kim, N.Y., Park, M.H., Jang, E.Y. & Lee, J.H., (2011). C Volatile Distribution in Garlic (Allium sativum L.) by Solid Phase Microextraction (SPME) with Different Processing Conditions. *Food Science and Biotechnology, 20*(3), 775-782.

Kozan, G. (2012). *Allium sativum L.(Kastamonu ve Denizli yerel) bitkisinin uçucu yağlarının kimyasal bileşimi, antibakteriyel ve antioksidan aktivitesinin karşılaştırılması.* (Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Kutawa, A. B., Danladi, M. D., & Haruna, A. (2018). Antifungal activity of garlic (Allium sativum) extract on some selected fungi. J*ournal of Medicinal Herbs and Ethnomedicine*, *4*(1), 12-14.

Kütevin, Z., & Türkeş, T. (1987). Sebzecilik, genel sebze tarımı prensipleri ve pratik sebzecilik yöntemleri. 154-156, 309 s., *İnkilap Yayınları, İstanbul*.

Kyung , K. (2012). Antimicrobial properties of allium species. *Current opinion in biotechnology*, *23*(2), 142-147.

Lachmann, G., Lorenz, D., Radeck, W., & Steiper, M. (1994). Untersuchungen zur Pharmakokinetik der mit 35S markierten Knoblauchinhaltsstoffe Alliin, Allicin und Vinyldithiine. *Arzneimittel-Forschung*, *44*(6), 734-743.

Lemar, K., Passa, O., Aon, M. A., Cortassa, S., Müller, C. T., Plummer, S., ... & Lloyd, D. (2005). Allyl alcohol and garlic (Allium sativum) extract produce oxidative stress in Candida albicans. *Microbiology*, *151*(10), 3257.

Liu, Q.; Meng, X.; Li, Y.; Zhao, C.N.; Tang, G.Y.; Li, H.B. (2017). Antibacterial and antifungal activities of spices. *Int. J. Mol. Sci.*, *18*(6), 1283.

Lolok, N., Mashar, H. M., Annah, I., Saleh, A., Yuliastri, W. O., & Isrul, M. (2019). Antidiabetic effect of the combination of garlic peel extract (Allium sativum) and onion peel (Allium cepa) in rats with oral-glucose tolerance method. *Research Journal Pharmacy and Technology*, *12*(5), 2153-2156.

Lun, Z., Menzinger, M., & Kaminsky, R. (1994). Antiparasitic activity of diallyl trisulfide (dasuansu) ou human and animal pathogenic protozoa (trypanosoma sp., entamoeba histolytica and giardia lamblia) in vitro. *In Annales-Societe Belge De Medecine Tropicale*, *74*(1), 51-52.

Marino, M., Bersani, C., & Comi, G. (1999). Antimicrobial activity of the essential oils of Thymus vulgaris L. measured using a bioimpedometric method. *Journal of food protection*, *62*(9), 1017-1023.

Mathew, B., Biju, R. (2008). Neuroprotective effects of garlic a review. *Libyan J. Med.*, *3*(1), 23–33.

Medina, M.A.T., Aparicio, J.P., Ortega, A.M., Rojas, R.M. (2019). Influence of variety and storage time of fresh garlic on the physicochemical and antioxidant properties of black garlic. *Foods*, *8*(8), 314-324.

Meriga, B., Mopuri, R., & MuraliKrishn, T. (2012). Insecticidal, antimicrobial and antioxidant activities of bulb extracts of Allium sativum. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, *5*(5), 391-395.

Miray, E. G. E., & Elmastaş, M. (2020). Antiviral Etkili Fitoterapötikler: Tıbbi Bitkiler ve Fitokimyasallar. *Bütünleyici ve Anadolu Tıbbı Dergisi*, *1*(2), 2-20.

Moghim, M., Taghipoor, S., Shahinfard, N., Kheiri, S., & Panahi, R. (2015). Antifungal effects of Zataria multiflora and Nigella sativa extracts against Candida albicans. *Journal of HerbMed Pharmacology*, *4*(4), 138-141.

Mowrey, D., & Mindell, E. (1995). Garlic, Nature's Amazing Nutritional Medicinal Wonder Food. *Connecticut.*

Mozaffari Nejad, A. S., Shabani, S., Bayat, M., & Hosseini, S. E. (2014). Antibacterial effect of garlic aqueous extract on Staphylococcus aureus in hamburger. *Jundishapur Journal of Microbiology*, *7*(11), 1–5.

Nalbantbaşı, Z., & Gölcü, A. (2010). Kahramanmaraş Yöresine Ait Şifalı Bitkilerin Antimikrobiyal Aktiviteleri. *KSÜ Doğa Bilimleri Dergisi*, *12*(2), 1-8.

Nikkhah, M., Hashemi, M., Najafi, M., & Farhoosh, R. (2017). Synergistic effects of some essential oils against fungal spoilage on pear fruit. *International Journal of Food Microbiology*, *257*(1), 285-294.

Ouattara, B., Simard, R., Holley, R., Piette, G., & Begin, A. (1997). Antibacterial activity of selected fatty acids and essential oils against six meat spoilage organisms. *International journal of food microbiology*, *37*(2-3), 155-16.

Özaydın, A.G., Arın, E., & Önem, E. (2020). Türk Mutfağında Yeni Bir Fonksiyonel Gıda Olarak Siyah Sarımsak (Allium sativum L.): Fenolik Madde İçeriği ve Bakteriyel İletişim (Quorum Sensing) Üzerine Etkisi. *Akademik Gıda*, *18*(1), 27-35.

Özçelik, S., Sümer, Z., Değerli, S., Ozan, F., & Sökmen, A. (2007). Sarımsak (Allium Sativum) Özütü Skolosidal Ajan Olarak Kullanılabilir Mi?. *Türkiye Parazitoloji Dergisi*, *31*(4), 318-321.

Özsoy, G. (1988). Sarımsağın farmakolojik özellikleri. *Uzmanlık tezi. Erciyes Üniv. Tıp Fak. Farmakoloji AD, Kayseri*.

Pakdel, F., Ghasemi, S., Babaloo, A., Javadzadeh, Y., Momeni, R., Ghanizadeh, M., & Fathi, F. Y. (2017). Antibacterial effects of garlic extracts and ziziphora essential oil on bacteria associated with peri-implantitis. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*, *11*(4), ZC16.

Panthee, D., Kc, R., Regmi, H., Subedi, P., Bhattarai, S., & Dhakal, J. (2006). Diversity analysis of garlic (Allium sativum L.) germplasms available in Nepal based on morphological characters. *Genetic Resources and Crop Evolution*, *53*(1), 205-212.

Patel, D.K.; Prasad, S.K.; Kumar, R.; Hemalatha, S. (2012). An overview on antidiabetic medicinal plants having insulin mimetic property. *Asian Pac. J. Trop. Biomed*, *2*(4), 320–330.

Phan, A. D. T., Netzel, G., Chhim, P., Netzel, M. E., & Sultanbawa, Y. (2019). Phytochemical characteristics and antimicrobial activity of Australian grown garlic (Allium sativum L.) cultivars. *Foods*, *8*(9), 358.

Percival, S.S. (2016). Aged garlic extract modifies human immunity. *J. Nutr.*, *146*(2), 433S–436S.

Petropoulos, S., Fernandes, Â., Barros, L., Ciric, A., Sokovic, M., & Ferreira, I. C. (2018). Antimicrobial and antioxidant properties of various Greek garlic genotypes. *Food chemistry*, *245*(1), 7-12.

Rabinkov, A., Miron, T., Konstantinovski, L., Wilchek, M., Mirelman, D., & Weiner, L. (1998). The mode of action of allicin: Trapping of radicals and interaction with thiol containing proteins. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-General Subjects*, *1379*(2), 233-244.

Rahman, K. (2001). Historical perspective on garlic and cardiovascular disease. *J. Nutr.*, *131*(3), 977S–979S.

Rahman, K.; Lowe, G.M. (2006). Garlic and cardiovascular disease: A critical review. *J. Nutr.*, *136*(3), 736s–740s.

Rees, L. P., Minney, S. F., Plummer, N. T., Slater, J. H., & Skyrme, D. A. (1993). A quantitative assessment of the antimicrobial activity of garlic (Allium sativum). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, *9*(3), 303-307.

Regel, E. A. (1887). Allii species Asiae centralis in Asia media à Turcomania desertisque aralensibus et caspicis usque ad Mongoliam crescentes. *Acta Horti petropolitani*, 10.

Ried, K.; Fakler, P. (2014). Potential of garlic (Allium sativum) in lowering high blood pressure: Mechanisms of action and clinical relevance. *Integr. Blood Press. Control*, *7*(1), 71–82.

Sasaki, J. I., & Kita, J. I. (2003). Bacteriocidal activity of garlic powder against Bacillus anthracis. *Journal of nutritional science and vitaminology*, *49*(4), 297-299.

Siddique, Z., Shah, G., Ahmed, H., Nisa, S., Khan, A., Idrees, M., & Mohiuddin, M. (2019). Ethnophytotherapy Practices for Wound Healing among Populations of District Haripur, KPK, Pakistan. . *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, *2019*(1), 1-11.

Smith Palmer, A., Stewart, J., Fyfe, L., (2001). The potential application of plant essential oils as natural food preservatives in soft cheese. *Food Microbiology*, *18*(4): 463-470.

Simon, P. W., & Etoh, T. (2002). Diversity, fertility and seed production of garlic. *Allium crop science: recent advances*, *2002*(1), 101-117.

Singh, M., Mahajan, V., Ghodke, P. H., Bhagat, K. P., Soumia, P. S., Gorrepati, K., & Shirsat, D. (2017). Medicinal Use of Garlic (Allium sativum L.). *isns*, 44.

Singh, R., & Singh, K. (2019). Garlic: A spice with wide medicinal actions. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *8*(1), 1349-1355.

Sivam, G. P. (2001). Protection against Helicobacter pylori a nd Other Bacterial Infections by Garlic. *The Journal of nutrition*, *131*(3), 1106S-1108S.

Suleiman, E., & Abdallah, W. (2014). In vitro activity of garlic (Allium sativum) on some pathogenic fungi. *European Journal of Medicinal Plants*, *4*(10), 1240-1250.

Taherikalani, M., Hassanzadazar, H., Bahmani, M., Baharvand-Ahmadi, B., & RafieianKopaei, M. (2016). Staphylococcus phytotherapy: An overview on the most important Iranian native medicinal plants effective on Staphylococcus aureus. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Sciences, 9*(1), 16–23.

Taşkaya, B. (2003). Sarımsak. *Tarımsal Ekonomi Araştırma Enstitüsü Yayını,* (4).

Taşkın, R., Özgen, U., Babacan, M., Tuncel, E., & Koyuncu, M. (1997). Sarımsak ve bazı Allium türlerinin antimikrobik etkileri üzerine karşılaştırmalı bir çalışma. *Ankara Üniversitesi Eczacılık Fakültesi Dergisi*, 26(2), 77-82.

Ting, W.T.E., Deibel, K.E., (1992). Sensitivity of Listeria monocytogenes to spices at two temperatures. *J. Food Safety 12*(2): 129-137.

Tomás-Barberán, F., & Espín, J. (2001). Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *81*(9), 853-876.

Topcu, Y. (2019). Tüketicilerin Bölge Orijinli Sarımsak Tercih Profilleri ve Piyasa Payları: TRA1 Bölgesi Örneği. *International Congress on Agrıculture and Foresty Research*, 8-10 April 2019, Marmaris, 561-571.

TSE. (2010). *Türk Patent Enstitüsü ve Marka Kurumu*, Coğrafi İşaretler, Taşköprü Sarımsağı, Dosya No: C2009/010, https://www.ci.gov.tr/cografiisaretler/detay/38009. (8 Şubat 2020).

TÜİK. (2020). *Bitkisel Üretim İstatistikleri*, data.tuik.gov.tr (28 Aralık 2020).

Üner, Y., Aksu, H. ve Ergün, Ö. (2000). Baharatın Çeşitli Mikroorganizmalar Üzerine Etkileri. *İstanbul Üniv. Vet. Fak. Derg. 26*(1), s. 1-10.

Ünlütürk, A., & Turantaş, F. (2003). Staphylococcus aureus intoksikasyonu: *Gıda Mikrobiyolojisi. Beta Matbaacılık hizmetleri, Bornova, İzmir,* 141-145.

Varshney, R.; Budoff, M.J. (2016). Garlic and Heart Disease. J. Nutr., *146*(2), 416S–421S.

Vural, H., Eşiyok, D., & Duman, İ. (2000). Kültür Sebzeleri (Sebze Yetiştirme). *Ege Üniversitesi Basımevi, Bornova, İzmir,* 440 s.

Walsh, U., Morrissey, J., & O'Gara, F. (2001). Pseudomonas for biocontrol of phytopathogens: from functional genomics to commercial exploitation. *Current Opinion in Biotechnology*, *12*(3), 289-295.

Weber, N., Andersen, D., North, J., Murray, B., Lawson, L., & Hughes, B. (1992). In vitro virucidal effects of Allium sativum (garlic) extract and compounds. *Planta medica*, *58*(05), 417-423.

Wiegand, I., Hilpert, K., & Hancock, R. (2008). Agar and broth dilution methods to determine the minimal inhibitory concentration (MIC) of antimicrobial substances. *Nature protocols*, *3*(2), 163.

Yang, D., Dunshea, F. R., & Suleria, H. A. (2020). LC-ESI-QTOF/MS characterization of Australian herb and spices (garlic, ginger, and onion) and potential antioxidant activity. *Journal of Food Processing and Preservation*, *44*(7), e14497.

Yetgin, S., & Arıoğlu, H. (2008). *Çukurova bölgesinde ana ürün koşullarında bazı soya çeşit ve hatlarının verim ve tarımsal özelliklerinin belirlenmesi*. (Yüksek Lisans Tezi). Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.

Yi, L., Su, Q. (2013) Molecular mechanisms for the anti-cancer effects of diallyl disulphide, *Food Chem Toxicol*, *57*(3), 362-370.

Yoshida, S., Kasuga, S., Hayashİ, N. O. R. I. H. I. R. O., Ushiroguchi, T., Matsuura, H., & Nakagawa, S. (1987). Antifungal activity of ajoene derived from garlic. *Applied and Environmental Microbiology*, *53*(3), 615-617.

Yoshida, H., Iwata, N., Katsuzaki, H., NAGANAwA, R., Ishikawa, K., Fukuda, H., ... & Suzuki, A. (1998). Antimicrobial activity of a compound isolated from an oil-macerated garlic extract. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, *62*(5), 1014-1017.

Zardast, M.; Namakin, K.; Kaho, J.E.; Hashemi, S.S. (2016). Assessment of antibacterial effect of garlic in patients infected with Helicobacter pylori using urease breath test. *Avicenna J. Phytomed.*, *6*(5), 495–501.

Zong, J., & Martirosyan, D. M. (2018). Anticancer effects of garlic and garlic-derived bioactive compounds and its potential status as functional food. *Bioactive Compounds in Health and Disease*, *1*(2), 16-35.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : **BİLGE ÇALIŞKAN**

ÖĞRENİM DURUMU:

- **Lisans** **:** 2017, Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Gıda Mühendisliği

- **Yüksek Lisans** **:** 2021, Bursa Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Gıda Mühendisliği

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 06/2018– 12/2018 Serra Sultan Baharat ve Kuruyemiş, Gıda Mühendisi